

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS
MATERIAIS

GABRIELA POLEZER

MATERIAIS ANTROPOGÊNICOS SUSPENSOS NA ATMOSFERA DE CURITIBA.

Curitiba
2015

GABRIELA POLEZER

MATERIAIS ANTROPOGÊNICOS SUSPENSOS NA ATMOSFERA DE CURITIBA.

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre. Área de concentração: Engenharia e Ciência dos Materiais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais - PIPE. Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo H. Moreton Godoi.
Co-orientadora: Profa. Dra. Andrea P. de Oliveira

CURITIBA
2015

P765m

Polezer, Gabriela

Materiais antropogênicos suspensos na atmosfera de CURitiba/ Gabriela Polezer. – Curitiba, 2015.

146 f. : il. color. ; 30 cm.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais - PIPE, 2015.

Orientador: Ricardo H. Moreton Godoi – Co-orientador: Andrea P. de Oliveira.

Bibliografia: p. 91-99.

1. Ar - Poluição. 2. Homem - Influência sobre a natureza. 3. Partículas. 4. Saúde pública - Curitiba (PR). I. Universidade Federal do Paraná. II. Godoi, Ricardo H. Moreton. III. Oliveira, Andrea P. de . IV. Título.

CDD: 363.7392





UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais- PIPE
Setor de Tecnologia

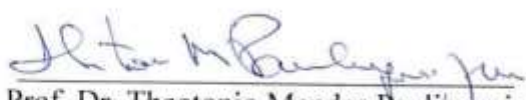
RELATÓRIO DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

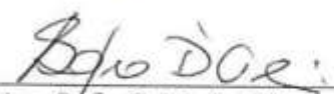
Aos vinte e oito dias do mês de outubro de 2015, na Sala de video-conferência CESEC - no Centro Politécnico - UFPR, foi instalada pela Prof.^a Dr.^a Ana Sofia C. M. de Oliveira, coordenadora do PIPE – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais, a Banca Examinadora para a trecentésima terceira defesa de dissertação de mestrado na área de concentração: Engenharia e Ciência dos Materiais. Estiveram presentes no ato, além do coordenador do Curso de Pós-Graduação, professores, alunos e visitantes. A Banca Examinadora, atendendo a determinação do colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências dos Materiais, foi constituída pelos professores doutores: Prof.^a Dr.^a Andrea Pinto de Oliveira (UFPR), Carlos Itsuo Yamamoto (UFPR), Theotonio Mendes Pauliquevis Júnior (UNIFESP). Às 14:00 horas, a banca iniciou os trabalhos, convidando a candidata **GABRIELA POLEZER** a fazer a apresentação da dissertação de mestrado intitulada **“MATERIAIS ANTROPOGÊNICOS SUSPENSOS NA ATMOSFERA DE CURITIBA.”** O referido trabalho teve a co-orientação da Prof.^a Dr.^a Andrea Pinto de Oliveira. Encerrada a apresentação, iniciou-se a fase de arguição pelos membros participantes. Tendo em vista a dissertação e a arguição, a banca decidiu pela aprovação do candidato, (de acordo com a determinação dos artigos 68 e 69 da resolução 65/09 de 09.11.2009).

Curitiba, 28 de outubro de 2015.


Prof.^a Dr.^a Andrea Pinto de Oliveira
Co-orientadora


Prof. Dr. Carlos Itsuo Yamamoto
Examinador


Prof. Dr. Theotonio Mendes Pauliquevis
Júnior
Examinador


Prof.^a Dr.^a Ana Sofia C. M. de Oliveira
Coordenadora do PIPE

DEDICATÓRIA

Aos meu pais, Heidi e Eduardo, por terem me dado a melhor criação possível, e muitas vezes terem colocado a minha educação e formação na frente de suas vontades.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me feito a pessoa que eu sou hoje, por todas as oportunidades colocadas na minha vida, por ter me sustentado e guiado nos momentos mais difíceis e pelas bênçãos de cada dia.

Aos meus pais e minhas irmãs, Rafa e Isa, por terem sido meu porto seguro.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ricardo Godoi, por todo o ensinamento, por ter acreditado em mim e em meu potencial, e pelos conselhos dados, tanto profissionais e acadêmicos quanto pessoais.

A Prof.^a Dr.^a Andrea P. Oliveira pela co-orientação e exemplo de dedicação a pesquisa.

Ao Luiz, por sempre me encorajar quando eu estava cansada, por me ensinar a assumir as minhas falhas, que me entende, me faz feliz e me completa sempre, um grande exemplo de vida para mim.

Aos meus amigos de laboratório pelas conversas boas no momento de descontração, apoio nos momentos de correria.

Aos meus grandes amigos e minha segunda família, Lizy, Tatiane, Daiany, Pepa e Ramiro, por sempre estarem ao meu lado, por todo o carinho, pelos colos, momentos divertidos.

Ao Prof. Dr. Theotonio Pauliquevis, pelos ensinamentos imprescindíveis para a realização deste trabalho sobre análise de componentes principais.

A Profa. Dra. Yara Tadano pela ajuda com os cálculos de epidemiologia.

Aos laboratórios LAMIR e LACAUT_{ETS} que nos forneceram espaço físico.

Aos órgãos de fomento a pesquisa: Fundação Araucária que financiou o projeto viabilizando esta pesquisa, Capes pela bolsa concedida a mim.

Você pode me empurrar do precipício...

E daí?

Eu adoro voar!

Clarice Lispector

RESUMO

O material particulado (MP) tem sido considerado um dos principais poluentes atmosféricos, e muitos estudos vêm demonstrando a associação do MP com efeitos adversos à saúde. O MP com tamanho aerodinâmico menor do que $2,5\ \mu\text{m}$ ($\text{MP}_{2,5}$) pode alcançar os alvéolos pulmonares e, por isso, tem sido associado com problemas cardiopulmonares. Este estudo objetiva avaliar a contribuição da poluição atmosférica advinda do $\text{MP}_{2,5}$ em Curitiba, assim como determinar os possíveis efeitos na saúde da população devido à exposição a tal poluente e os custos monetários associados a tais efeitos. $\text{MP}_{2,5}$ foi amostrado durante os anos de 2008 a 2015, diariamente, sobre filtros de policarbonato de 37 mm. Para tais amostragens foi utilizado o Impactador Inercial Harvard com corte de $2,5\ \mu\text{m}$. As amostras de MP foram investigadas através de Análise Gravimétrica, Fluorescência de Raios-X, e de Transmitância de forma a quantificar as concentrações de $\text{MP}_{2,5}$, seus elementos e BC (Black Carbon). As concentrações obtidas foram utilizadas para determinação do Fator de Enriquecimento (FE), medida da quantidade de cada elemento encontrado nas amostras em relação à concentração na natureza; aplicação da análise de componentes principais absoluta (APCA), visando à determinação das fontes do $\text{MP}_{2,5}$. Fez-se também a determinação da fração de BC e BrC (Brown Carbon) com um amostrador automático. Investigou-se os riscos à saúde utilizando as concentrações elementais, de forma a avaliar os possíveis riscos gerados a uma pessoa pela exposição ao longo da vida pelo $\text{MP}_{2,5}$. Aplicando-se o modelo linear generalizado com as distribuições de Poisson e Binomial negativa, determinou-se a associação do número de internações hospitalares no SUS devido a problemas circulatórios e respiratórios com a exposição ao $\text{MP}_{2,5}$, possibilitando aferir os custos monetários do SUS com tais internações devido aos poluentes em questão. Com exceção dos elementos considerados terrígenos, todos os elementos encontrados estavam enriquecidos, implicando em que a região de estudo está sobre grande influência de atividades antropogênicas. Além disso, pela APCA utilizando-se as concentrações diárias de $\text{MP}_{2,5}$, BC e elementos, foram determinadas quatro fontes principais de $\text{MP}_{2,5}$: veicular (60%), industrial e aerossol secundário (13%), solo (10%), e Manganês (0,03%). Pela metodologia do risco relativo relacionou-se de 2010 a 2014 um total de 133 e 768 internações devido a problemas circulatórios e respiratórios respectivamente, ocasionando um custo de R\$ 212.544,00 e R\$ 1.223.435,00 em virtude de problemas circulatórios e respiratórios respectivamente no, com um total de aproximadamente R\$ 287.196,00 por ano. A avaliação de riscos à saúde determinou um risco insignificante para efeitos não carcinogênicos, e um risco de 100 pessoas desenvolverem câncer a cada 1.000.000 de pessoas ao longo da vida devido a exposição ao $\text{MP}_{2,5}$, sendo 99 pessoas devido a exposição ao elemento Cr(VI) e 1 pessoa devido a exposição ao elemento Pb presente no $\text{MP}_{2,5}$. Os resultados da APCA e FE pontuam para o fato de que as fontes automotivas são a principal fonte de poluição na região urbana de Curitiba, e tal poluição, com concentração média de $9,7\ \mu\text{g m}^{-3}$, comprovadamente encontra-se em níveis que causam efeitos deletérios à saúde humana.

Palavras-chave: Poluição Atmosférica, Material particulado, Fontes Antropogênicas, Saúde humana.

ABSTRACT

Particulate matter (PM) has been considered a mainly atmospheric pollutant and many researches have demonstrated the association of the PM with adverse health effects. The PM with an aerodynamic size less than $2.5\ \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$) can reach the alveoli and that is the reason it has been associated with cardiopulmonary problems. Moreover, studies have demonstrated that the metals present in $\text{PM}_{2.5}$ can be particularly toxic. This research aimed to evaluate de atmospheric pollution due to $\text{PM}_{2.5}$ next to a residential area in Curitiba, Brazil, as well to quantify de possible health effects over the population exposed to such pollutant and the monetary costs associated to healthy implications. $\text{PM}_{2.5}$ was collected daily from 2008 to 2015, in polycarbonate filters of 37 mm diameter. For the sampling the Harvard Inertial Impactor was used connected to vacuum pump at $10\ \text{L min}^{-1}$ and a flow meter. The samples were subjected to gravimetric, X-Ray Fluorescence and Black Carbon (BC) analysis, intending to quantify $\text{PM}_{2.5}$ concentrations, its elements and black carbon. Then, this concentrations were used do determine the enrichment factor (EF), a relation between the measurement of each element founded at the samples and the concentration at nature; and the principal component analysis (PCA) to access the sources of the PM. The fraction of BC and Brc (Brown Carbon) was determined using an automatic sampler. A risk assessment was performed to access the possible health risks the $\text{PM}_{2.5}$ pollution can cause to population. All the analysed elements were very enriched, except by the soil elements, proving that the study region is the subject of considerable anthropogenic activity. Moreover, it was possible to determine four $\text{PM}_{2.5}$ sources through the PCA analysis. The first component was assigned as vehicular source, contibuting to 60% of the mass, the second source was soil explaining about 10% of the mass, the third component with 13% of contribution was industrial and aerosol formation, and finally the fourth component explaining 0.03% of the mass was associated to a Manganese source. About 18% of the mass was not explained by the PCA. The relative risk method observed an influence of $\text{PM}_{2.5}$ over respiratory and circulatory hospital admissions in Curitiba. A non-cancer risk was determined as not significant, but close to the limit to become significant, and it was found an acceptable risk of one person develop cancer, generated mainly by Cromium. Such results point out the fact that the automotive sources are the major source of pollution at the urban area of Curitiba, furthermore, even the concentrations found being lower than other cities, that levels were found to cause injure to human health.

Key words: Atmospheric Pollution, Particulate Matter, Antropic Sources, human health.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - COMPARAÇÃO DE TAMANHO ENTRE FIO DE CABELO, AREIA FINA, MP_{10} E $MP_{2,5}$	22
FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DAS PARTÍCULAS DO MATERIAL PARTICULADO.	23
FIGURA 3 - DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHO DO MP DE ACORDO COM A FONTE EMISSORA.....	24
FIGURA 4 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA RESPIRATÓRIO E A DEPOSIÇÃO DAS PARTÍCULAS NO PULMÃO.....	33
FIGURA 5 - IMAGEM DO LOCAL DE AMOSTRAGEM E SEU ENTORNO.....	39
FIGURA 6 - AMOSTRADOR INERCIAL HARVARD	41
FIGURA 7 - MICROBALANÇA E CANETA ELIMINADORA DE ELETROSTÁTICA.....	42
FIGURA 8 – TRANSMISSÔMETRO SOOTSCAN OT21 PARA ANÁLISE DE BC.	43
FIGURA 9 - AETALÔMETRO (AETHALOMETER®) MODELO AE33.	44
FIGURA 10 - HISTOGRAMA DA SÉRIE DE $MP_{2,5}$ DE 2008 A 2015 EM CURITIBA.....	56
FIGURA 11 - HISTOGRAMA DA SÉRIE DE BC PRESENTE NO $MP_{2,5}$ DE 2008 A 2015 EM CURITIBA.	57
FIGURA 12 - PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C) E UH (%) PARA O ANO DE 2008 EM CURITIBA.	59
FIGURA 13 - PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C) E UH (%) PARA O ANO DE 2009 EM CURITIBA.	59
FIGURA 14 - PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C) E UH (%) PARA O ANO DE 2010 EM CURITIBA.	60
FIGURA 15 - PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C) E UH (%) PARA O ANO DE 2011 EM CURITIBA.	60
FIGURA 16 - PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C) E UH (%) PARA O ANO DE 2012 EM CURITIBA.	61
FIGURA 17 - PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C) E UH (%) PARA O ANO DE 2014 EM CURITIBA.	61

FIGURA 18 - PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C) E UH (%) PARA O ANO DE 2015 EM CURITIBA.	62
FIGURA 19 - TEMPERATURA (°C) E UMIDADE (%) PARA O ANO DE 2010 EM CURITIBA.	63
FIGURA 20 - BOX PLOT DA PORCENTAGEM DE BrC _{2,5} E BrC TOTAL.....	67
FIGURA 21- GRÁFICO DOS AUTOVALORES OBTIDOS PARA CADA COMPONENTE EXTRAIDA.....	73
FIGURA 22 - GRÁFICO DAS CONCENTRAÇÕES DE MP _{2,5} MEDIDO PELA MASSA AJUSTADA PELO MÉTODO DA APCA.	77
FIGURA 23 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE MP _{2,5} E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM AS DISTIBUIÇÕES DE POISSON E BINOMIAL NEGATIVA	80
FIGURA 24 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE MP _{2,5} E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM AS DISTIBUIÇÕES DE POISSON E BINOMIAL NEGATIVA.	80
FIGURA 25 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS ORIGINAIS DE MP _{2,5} E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM AS DISTIBUIÇÕES DE POISSON E BINOMIAL NEGATIVA.	81
FIGURA 26 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS ORIGINAIS DE MP _{2,5} E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM AS DISTIBUIÇÕES DE POISSON E BINOMIAL NEGATIVA.	81
FIGURA 27 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS CIRCULATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASAGEM PARA DADOS GERADOS DE MP _{2,5} SEM CORREÇÃO E COM CORREÇÃO.	83
FIGURA 28 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASAGEM PARA DADOS GERADOS DE MP _{2,5} SEM CORREÇÃO E COM CORREÇÃO.	83
FIGURA 29 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS CIRCULATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASAGEM PARA DADOS ORIGINAIS DE MP _{2,5} SEM CORREÇÃO E COM CORREÇÃO.	84

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RESUMO DOS PRINCIPAIS ELEMENTOS EMITIDOS POR FONTES GERAIS.	26
TABELA 2 - RESUMO DOS EFEITOS ADVERSOS RELACIONADOS À POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA.....	34
TABELA 3 - CONCENTRAÇÕES LIMITES PARA $MP_{2,5}$, Cd E Pb.....	36
TABELA 4 - VALORES CRUSTAIS PARA O CALCULO DO FE.....	48
TABELA 5 - MÉDIA ANUAL DAS CONCENTRAÇÕES DE $MP_{2,5}$ ($\mu g\ m^{-3}$) E BC ($\mu g\ m^{-3}$) DE 2008 A 2015.....	55
TABELA 6 - RELAÇÃO DOS DIAS QUE EXCEDERAM LIMITE DE QUALIDADE DO AR DIÁRIO DE $MP_{2,5}$ EM CURIITBA PELA WHO.....	58
TABELA 7 - ANÁLISE DESCRITIVA DAS FRAÇÕES DE BC E BRC OBTIDAS POR AMOSTRAGEM AUTOMÁTICA EM CURITIBA.....	64
TABELA 8 - MÉDIA E DESVIO PADRÃO DAS CONCENTRAÇÕES ELEMENTAIS ($ng\ m^{-3}$) OBTIDAS DE 2008 A 2015.....	68
TABELA 9- MÉDIAS ANUAIS DE 2008 A 2011 DO FATOR DE ENRIQUECIMENTO.....	70
TABELA 10 - PORCENTAGEM DE EXPLICAÇÃO DA VARIÂNCIA DE CADA VARIÁVEL.	72
TABELA 11 - MATRIZ ROTACIONADA DAS COMPONENTES PRINCIPAIS.....	74
TABELA 12 - ESTIMATIVA DA CONTRIBUIÇÃO DE CADA FONTE PARA A MASSA FINA DE MP.....	75
TABELA 13 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA PARA AS INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS (IC), INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS (IR), DADOS DE $MP_{2,5}$ ORIGINAIS E GERADOS, E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS.....	78
TABELA 14 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS (IC), INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS (IR), DADOS DE $MP_{2,5}$ ORIGINAIS E GERADOS, E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS.....	79
TABELA 15 - VALORES DO CRITÉRIO AIC PARA OS MODELOS TESTADOS DAS INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS (IR) E POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS (IC).....	79

TABELA 16 - VALORES DO CRITÉRIO AIC PARA OS DIAS DE DEFASAGEM DE 0 A 7 COM A APLICAÇÃO DO MLG COM A DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL NEGATIVA PARA AS INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS (IR) E POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS (IC), E VALORES DO COEFICIENTE BETA.	85
TABELA 17 - NÚMERO DE INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS (DC) E POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS (DR) NA CIDADE DE CURITIBA DE 2010 A 2014 TOTAIS E REFERENTES A EXPOSIÇÃO AO MP _{2,5} , E CUSTO MONETÁRIO DO SUS PELAS INTERNAÇÕES DEVIDO A EXPOSIÇÃO AO POLUENTE.....	86
TABELA 18 - RISCO NÃO CARCINOGENICO OBTIDO PARA CADA ANO.	86
TABELA 19 - RISCO CARCINOGENICO OBTIDO ANUALMENTE E PARA TODOS OS ANOS.	87

LISTA DE SIGLAS

APCA – *Absolute Principal Component Analysis* (Análise de Componentes Principais Absoluta).

AIC – *Akaike information criterion* (Critério de Informação de Akaike).

BC – *Black Carbon* (Carbono Negro).

BN – Função Binomial Negativa

BrC – *Brown Carbon* (Carbono Biogênico).

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

CR – *Carcinogenic risk* (Risco Carcinogênico).

EUC – *European Union Commission* (Comissão da União Europeia).

FAC – Função de Autocorrelação.

FE – Fator de enriquecimento.

FRX – Fluorescência de Raios –X.

HQ – *Hazard Quotient* (Risco não carcinogênico).

IAP – Instituto Ambiental do Paraná.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IC – Internações por Doenças Circulatórias.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

IR – Internações por Doenças Respiratórias.

MLG – Modelo Linear Generalizado.

MP – Material Particulado.

MP_{0,01} – Material Particulado de tamanho aerodinâmico menor que 0.01 µm.

MP_{0,1} – Material Particulado de tamanho aerodinâmico menor que 0.1 µm.

MP₁ – Material Particulado de tamanho aerodinâmico menor que 1 µm.

MP_{2,5} – Material Particulado de tamanho aerodinâmico menor que 2.5 µm.

MP₁₀ – Material Particulado de tamanho aerodinâmico menor que 10 µm.

NIOSH – *National Institute for Occupational Safety and Health* (Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional)

PCA – *Principal Componente Analysis* (Análise de Componentes Principais).

RR – Risco Relativo

TSP – *Total suspended particles* (Partículas totais em suspensão).

UR – Umidade Relativa

USEPA – United States Environmental Protection Agency (Agência de proteção ambiental dos Estados Unidos).

WHO – *World Health Organization* (Organização Mundial da Saúde).

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVO GERAL	18
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1 POLUENTES ATMOSFÉRICOS.....	20
3.2 MATERIAL PARTICULADO	20
3.3 DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHO DO MP	22
3.4 FONTES.....	24
3.5 PARTÍCULAS CARBONÁCEAS	26
3.6 FATOR DE ENRIQUECIMENTO	28
3.7 CONCEITOS DE ESTATÍSTICA	28
3.7.1 Regressão linear.....	28
3.7.2 Modelos Lineares Generalizados.....	29
3.8 IDENTIFICAÇÃO DE FONTES DE AEROSSOL ATMOSFÉRICO.....	30
3.8.1 Análise de componentes principais (PCA)	30
3.8.2 Análise de Componentes Principais Absoluta (APCA).....	31
3.9 SISTEMA RESPIRATÓRIO E A DEPOSIÇÃO DAS PARTÍCULAS	31
3.10 EFEITOS ASSOCIADOS À SAÚDE	33
3.11 DIRETRIZES DE QUALIDADE DO AR	35
3.12 ANÁLISE DE RISCO À SAÚDE.....	36
3.12.1 Concentração elementar	36
4. METODOLOGIA.....	39
4.1 LOCAL DE AMOSTRAGEM	39
4.2 AMOSTRAGEM DE MP _{2,5}	40
4.3 ANÁLISE GRAVIMÉTRICA	42
4.4 DETERMINAÇÃO DE <i>BLACK CARBON</i> (BC).....	43
4.6 ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X (FRX).....	46
4.7 DETERMINAÇÃO DAS FONTES	47
4.7.1 Fator de Enriquecimento (FE)	47
4.7.2 Análise de Componentes Principais (PCA)	48
4.8 ANÁLISE DE RISCOS À SAÚDE	49

4.8.1 Risco Relativo (RR)	49
4.8.2 Avaliação de riscos à saúde	53
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
5.1 CONCENTRAÇÕES DE MP _{2,5} E <i>BLACK CARBON</i>	55
5.2 DETERMINAÇÃO DAS FRAÇÕES DE <i>BLACK CARBON</i> E <i>BROWN CARBON</i>	63
5.3 CONCENTRAÇÃO ELEMENTAR	67
5.4 FATOR DE ENRIQUECIMENTO.....	69
5.5 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)	72
5.6 AVALIAÇÃO DE RISCOS À SAÚDE	77
5.5.1 Risco Relativo (RR)	77
5.6.2 Risco devido a concentração elementar	86
6 CONCLUSÕES	89
7 REFERÊNCIAS	91
APÊNDICE A - DADOS DE GRAVIMETRIA, BC E FRX.....	100
APÊNDICE B - GRÁFICOS DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL	132
APÊNDICE C - GRÁFICOS DA FAC PARCIAL	140

1. INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica é definida como a contaminação do ambiente por qualquer espécie química, física ou biológica que altere as características naturais da atmosfera¹. Partindo desta definição, desde os primórdios da presença do homem na Terra, é possível identificar atividades poluidoras, como a queima de madeira para aquecimento de ambientes. Porém, a partir da revolução industrial, tais atividades passaram a ter muito mais magnitude, como por exemplo, pela propagação de indústrias têxteis, e fabricação de materiais a partir de minérios.

Mudanças drásticas ocorreram na sociedade, possibilitando um acelerado aumento populacional, estando esse crescimento diretamente ligado ao uso de recursos naturais, energia, solo, alimentos, e ao aumento de resíduos. Com o passar do tempo passou-se a observar os efeitos negativos do aumento das atividades antropogênicas como a contaminação de recursos hídricos, solo e da atmosfera.

Estamos expostos à poluição atmosférica durante, praticamente, todo o dia nas cidades, tanto ao se locomover por diversos meios de transporte, como quando estamos em nosso trabalho e em nossas casas, e mesmo durante períodos de lazer e recreação somos susceptíveis a tal influência². Entre os principais tipos de poluentes atmosféricos figura o material particulado (MP), que contém uma variedade de metais e substâncias tóxicas².

Diversos estudos relataram associações do MP com efeitos adversos à saúde, como aumento no número de mortes e internações hospitalares, principalmente por problemas cardíacos e respiratórios^{3; 4; 5; 6; 7; 8}. Tais efeitos são condicionados pelo tamanho das partículas, composição e concentração atmosférica².

As partículas de tamanho aerodinâmico menor do que 2,5 µm (MP_{2,5}) podem se depositar nos alvéolos pulmonares gerando problemas respiratórios por deposição. O MP_{2,5} após alcançar a corrente sanguínea, através da região de trocas gasosas (localizada nos alvéolos) pode levar a problemas cardíacos e até neurológicos⁹.

Demonstrações que a especiação química de vários contaminantes inorgânicos muda durante sua incorporação ao MP foram evidenciadas na literatura^{10; 11}. Por isso, é

de grande interesse o estudo desses metais e sua especiação no MP, na forma que mais se aproxima à existente no corpo humano.

O desenvolvimento de estudos que visam monitorar os poluentes atmosféricos, bem como avaliar os possíveis efeitos no meio ambiente e na saúde humana são de extrema importância como ferramenta para a implantação de legislações e desenvolvimento de novas tecnologias que permitam reduzir a emissão de tais poluentes.

2. OBJETIVO GERAL

Baseado na relação entre poluição atmosférica e saúde do ser humano, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar a ocorrência da poluição atmosférica advinda do material particulado fino em Curitiba, explorar os possíveis efeitos na saúde da população devido à exposição a tais poluentes, e gerar os custos monetários associados a tais efeitos pela primeira vez em Curitiba.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para o cumprimento do objetivo geral, elaborou-se os objetivos específicos abaixo, que em conjunto devem culminar com as respostas a questão principal deste trabalho. Qual é o impacto da poluição atmosférica de Curitiba sobre a população nos últimos anos, 2008-2015. Para tanto, propõe-se:

- Determinação mássica diária do $MP_{2,5}$ a partir de medidas gravimétricas de 2008 a 2012, 2014 a 2015;
- Quantificação da concentração e tipologia do carbono na fração $MP_{2,5}$ utilizando-se o equipamentos Sootscan OT21 e Aethalômetro AE33;
- Especificação e quantificação da composição elementar através da técnica de Espectrometria de Fluorescência de raios X (FRX);
- Identificação e quantificação das fontes do $MP_{2,5}$ por meio da elaboração de um modelo receptor, baseado na Análise de Componentes Principais Absoluta (APCA) associado à análise do fator de enriquecimento;
- Avaliar os impactos à saúde humana da população que vive e trabalha na cidade de Curitiba, por meio da análise de riscos, que visa estritamente estabelecer riscos carcinogênicos e não carcinogênicos advindos de elementos presentes no material particulado;

- Avaliar a associação do $MP_{2,5}$ e internações hospitalares por doenças circulatórias e respiratórias em Curitiba;
- Determinar a equação do risco relativo devido à exposição ao $MP_{2,5}$ em específico para a população de Curitiba;
- Valoração das despesas de saúde devido às internações por doenças respiratórias e circulatórias com a exposição ao $MP_{2,5}$ em Curitiba utilizando-se dados públicos de saúde.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Os poluentes atmosféricos são classificados em duas classes principais de acordo com o seu estado físico, poluentes gasosos e particulados. Os poluentes gasosos de maior preocupação na atualidade são SO₂, NO_x, CO, COV's, gerados principalmente da combustão de veículos podendo ser encontrados com facilidade em meios urbanos¹.

Tanto os poluentes gasosos como os particulados possuem diferentes escalas de atuação, indo desde escalas locais até a escala global dependendo em grande parte do seu tempo de vida na atmosfera.

Na escala local encontra-se poluentes que possuem tempo de vida muito curto na atmosfera, próximos às fontes de emissão, como por exemplo em plantas industriais. Também existe a escala urbana, que diz respeito à presença de um poluente de forma homogênea em cidades, enquanto que no meio rural esses poluentes estão em concentrações significativamente reduzidas. Alguns gases e partículas finas possuem uma vida atmosférica de dias a semanas, podendo ser transportados em escalas regionais. Já em escala global, encontram-se os poluentes que possuem anos de residência na atmosfera como CH₄¹.

3.2 MATERIAL PARTICULADO

A partir das últimas décadas, inúmeros estudos trataram da identificação das fontes, comportamento, concentração, composição e distribuição do material particulado (MP) para prever o tipo e extensão do impacto causado à saúde e meio ambiente^{12; 13; 14; 15; 16}.

O MP é uma mistura complexa e variável de partículas e líquidos chamado também de aerossol. Ele é formado de uma mistura de ácidos, compostos orgânicos,

partículas de solo, metais e partículas biogênicas¹⁷. Essas partículas podem ter diferentes tamanhos e formas.

Quando emitido diretamente da fonte para a atmosfera, o MP é chamado de partícula primária. Dessa forma, quando se tem conhecimento do mecanismo de geração de uma partícula primária, o monitoramento dessa partícula leva ao monitoramento da fonte. A partir do momento que o MP sofre algum tipo de transformação na atmosfera (com ou sem presença de fase gasosa), passa a ser chamado de partícula secundária. A formação de poluentes secundários ocorre por meio de reações químicas entre poluentes primários, geralmente com a presença de componentes naturais da atmosfera, como oxigênio e água. O entendimento da formação do MP auxilia em grande parte a geração de inventários de qualidade do ar¹⁸.

O MP pode ser gerado tanto por fontes naturais (vulcões, sal marinho, ação do vento em áreas vegetadas, etc.) ou por fontes antropogênicas (veículos, queima de madeira, processos industriais, aquecimento de casas tanto com a queima da madeira quando por queima de combustíveis)².

Segundo a EPA¹⁹, partículas no ar podem ser chamadas de MP quando estas tem diâmetro entre 0,001 μm e 100 μm . Partículas de diâmetro menor que 0,001 μm se comportam de maneira mais similar a gases, e partículas de diâmetro maior que 100 μm são facilmente removidas da atmosfera por deposição e dificilmente emitidas como poluente atmosférico.

Devido às diferentes formas e tamanhos que o MP pode assumir, a EPA define uma forma de classificação de tamanho pelo diâmetro aerodinâmico, que corresponde ao diâmetro de uma esfera de densidade unitária¹⁹.

O MP é classificado de acordo com seu tamanho aerodinâmico para avaliações de qualidade do ar. Existem três tamanhos principais: MP_{10} , $\text{MP}_{2,5}$, e $\text{MP}_{0,1}$ que correspondem as partículas que possuem tamanho menor ou igual que 10 μm , 2,5 μm , e 0,1 μm respectivamente. É importante notar que, o $\text{MP}_{2,5}$ está contido no MP_{10} assim como, o $\text{MP}_{0,1}$ está contido no $\text{MP}_{2,5}$. Na FIGURA 1 é possível observar uma comparação de tamanho entre um fio de cabelo, um grão de areia fina, MP_{10} e o $\text{MP}_{2,5}$.



FIGURA 1 - COMPARAÇÃO DE TAMANHO ENTRE FIO DE CABELO, AREIA FINA, MP₁₀ E MP_{2,5}
FONTE: Adaptado¹⁷

Alguns estudos trabalham com a fração grossa, que compreende as partículas de tamanho aerodinâmico entre 10 e 2,5 µm, e partículas totais em suspensão, ou *total suspended particles* (TSP) que compreende as partículas de tamanho menor que 100 µm.

3.3 DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHO DO MP

É de grande importância o conhecimento da relação da distribuição de tamanho de partículas no MP tanto para avaliações de condição da poluição e fontes de emissão, quanto para entender os efeitos na saúde.

Um estudo recente concluiu que o número e a área superficial das partículas presentes em uma amostra de aerossol, aumenta exponencialmente com o decréscimo

no diâmetro da partícula²⁰. No entanto, a massa total do particulado na maioria das vezes diminui com o diâmetro das partículas. A FIGURA 2 representa a distribuição das partículas.

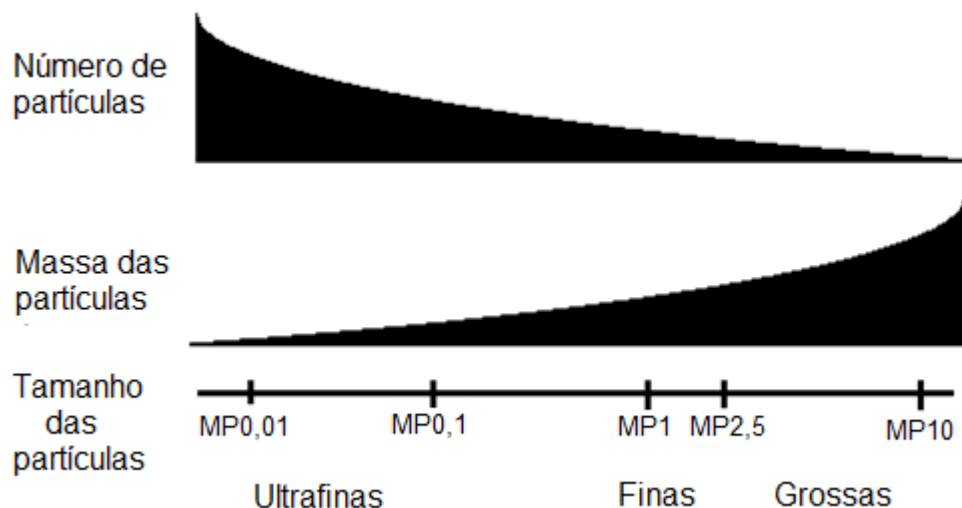


FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DAS PARTÍCULAS DO MATERIAL PARTICULADO.
Fonte: Adaptado de ANDERSON *et al.* (2012)²⁰.

Outro estudo investigou a distribuição do tamanho das partículas de cada elemento encontrado no MP em Ottawa, Canadá²¹. Os resultados indicaram que a massa do MP e dos elementos diminui com o tamanho das partículas, ou seja, a fração grossa possui uma massa maior que a fração fina, e a fração nano apresenta a massa mais leve. Apesar disso, as frações fina e nano contribuem para quase a maior parte de número de partículas. Por fim, concluiu-se que as partículas mais finas podem ser carregadas por distâncias e períodos de tempo mais longos do que as partículas maiores (*coarse*), e por isso, o caráter metálico dessas partículas é uma preocupação para a questão da saúde.

Dessa forma a agência americana de proteção ambiental gerou um gráfico da porcentagem de cada fração do MP gerado por diferentes fontes emissoras (FIGURA 3).

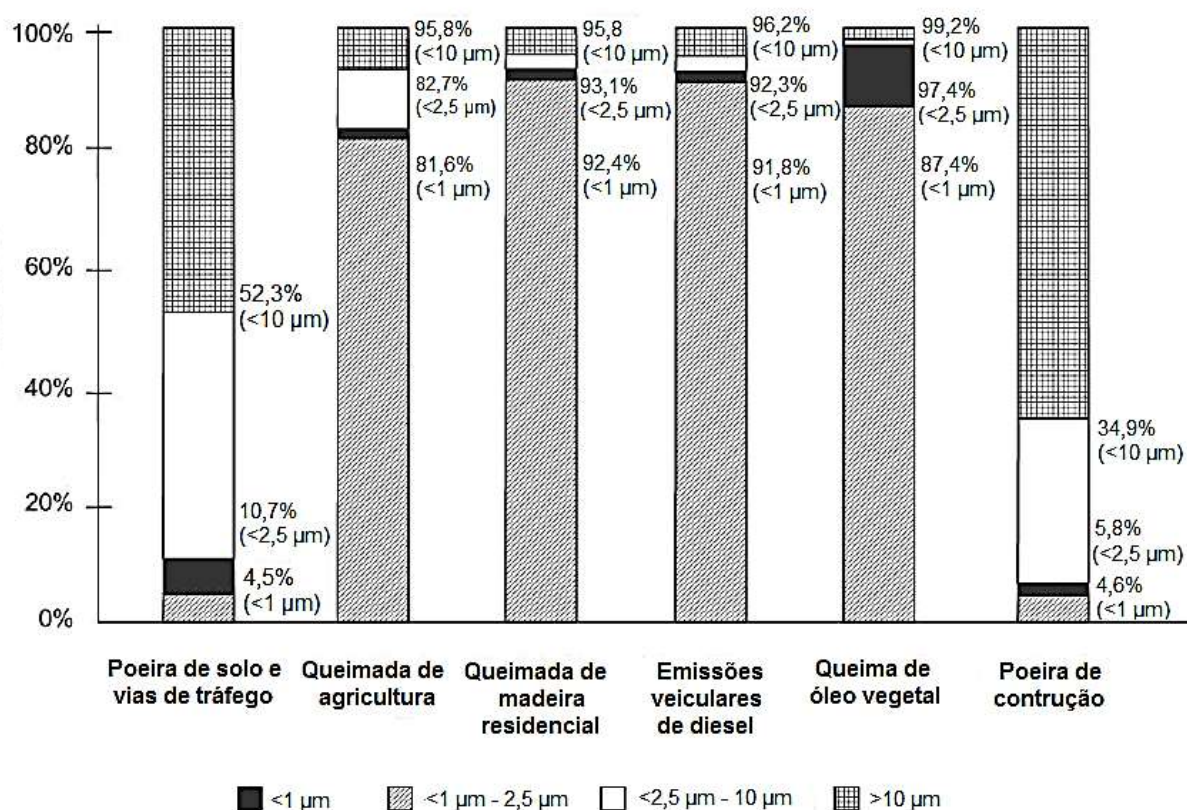


FIGURA 3 - DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHO DO MP DE ACORDO COM A FONTE EMISSORA
 Fonte: Adaptado¹⁹

É possível ser observado na FIGURA 3 a existência de relação entre o tamanho das partículas geradas com o processo de emissão. Nos processos de combustão predominam as partículas de tamanho entre 1 e 2,5 µm, enquanto que nos processos mais físicos as partículas geradas apresentam tamanhos predominantes acima de 2,5 µm.

3.4 FONTES

A identificação das fontes do MP vem sendo aplicada em estudos de qualidade do ar, de forma que as atividades geradoras da poluição atmosférica possam ser detectadas e tais emissões gerenciadas com o objetivo de reduzir ou eliminá-las¹⁸.

A investigação das fontes faz uso de diversas técnicas para identificar as possíveis gerações de aerossóis. De um modo geral, essas técnicas trabalham com as concentrações dos elementos encontrados no aerossol analisado, para encontrar as possíveis fontes, ou, a região de interesse é analisada para a produção do seu perfil de distribuição de aerossóis, de acordo com as fontes existentes na região.

Dependendo das características físicas, meteorológicas, econômicas e sociais da região de interesse, podem ser encontradas diferentes combinações de poluentes atmosféricos.

As fontes de poluição atmosférica podem ser divididas em dois tipos de fontes espaciais, fontes móveis e estacionárias. As fontes estacionárias incluem fábricas e plantas geradoras de energia elétrica (fontes geradoras de grande porte) mas também podem ser admitidos restaurantes com fornos, casas que possuem aquecimento com queima de biomassa, etc. As fontes móveis correspondem aos automóveis, aviões, cortadores de grama, etc.²².

Além disso, existem as fontes permanentes e as fontes pontuais. Os carros são um exemplo de fonte permanente, pois, apesar de haver variação no fluxo de carros no período de um dia, no geral, pode-se dizer que na média existem emissões durante quase todo o período. Já a ressuspensão de solo ou a queimada de agricultura acontece em determinados períodos, sendo dependente de condições como velocidade do vento e época de colheita.

É conhecido na literatura que alguns grupos de elementos são associados com algumas fontes comuns. A TABELA 1 apresenta um resumo de algumas fontes e os elementos mais comuns encontrados.

TABELA 1 - RESUMO DOS PRINCIPAIS ELEMENTOS EMITIDOS POR FONTES GERAIS.

Fonte	Elementos Principais	Elementos Variáveis	Contribuição da Fonte para o MP (%)
Veicular	BC, Fe, Ba, Zn, Cu, Pb	Br, NO ₃ ⁻ , Cr, Mn, S	Entre 10 e 34
Mineral / Crustal	Al, Si, Ca, Fe, K, Ti	Mg, Sr	Entre 20 e 27
Oceanos / Sal marinho	Na, Cl, Mg	Br, K, SO ₄ ²⁻ , Sr	
Combustão de óleo	V, Ni, SO ₄ ²⁻ ,	Pb, Cu	Entre 18 e 40
Indústria	Mn, Zn, Pb	Na	5
Aerossóis secundários	SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺		

FONTE:^{23; 24; 25; 26}

3.5 PARTÍCULAS CARBONÁCEAS

As partículas de carbono na atmosfera, usualmente chamadas de *soot*, contêm dois componentes principais: o carbono negro ou *Black Carbon* (BC) e o carbono orgânico (CO)²⁷.

O carbono orgânico é uma mistura de compostos carbonáceos que possuem outros elementos ligantes além do carbono, como o hidrogênio e o oxigênio. Pode ser formado por combustão incompleta ou pela oxidação de compostos orgânicos voláteis na atmosfera. Dentro da classe de CO se encontra o *brown carbon* (BrC). Estes são compostos absorvedores de radiação ultra violeta (UV) e da luz visível, gerados de reações de combustão incompleta de biomassa e de biocombustíveis²⁷. Porém, não existem evidências da presença de BrC nos produtos da queima de combustíveis fósseis²⁸. Em uma simulação por Feng *et al.*²⁹, foi encontrado uma contribuição na absorção de radiação solar na atmosfera entre 20-50% em regiões sob influencia de queima de biomassa e uso de biocombustíveis. Além disso, as partículas de BrC impactam áreas a grandes distâncias do local que foram geradas, tanto pelo transporte das partículas de pequeno tamanho aerodinâmico, quanto pelo modo que geralmente são formadas (queima da biomassa), levando tais partículas a altitudes mais elevadas em relação a outras formas de geração de material particulado²⁹.

Já o BC é emitido diretamente na atmosfera como partículas finas ($MP_{2,5}$), sendo esta a fração do MP que absorve energia solar de forma mais eficiente em unidade de massa³⁰. Além disso, possui um tempo de residência atmosférica entre dias e semanas, sendo somente removido por deposição seca ou úmida. Em áreas urbanas o BC pode estar presente na fração grossa do MP, recobrando a superfície das partículas maiores que ele, dessa forma dando uma aparência escura a tal fração do MP²⁷.

As principais fontes de BC são queima de combustíveis fósseis, biocombustíveis e de biomassa^{31; 32}. Mais especificamente, pela queima de diesel em carros (fonte automotiva), para aquecimento em residências e fornecimento de energia e calor em indústrias (ambos combustíveis), queima de biomassa em florestas ou para agricultura, e em menor escala para geração de energia³⁰. A contribuição de cada fonte geradora varia muito de acordo com a localização geográfica, atividades econômicas, poder aquisitivo, clima entre outros fatores.

Por causa da capacidade de absorção de luz solar na atmosfera, o BC, entre outros constituintes do MP, vem sendo associado além dos efeitos climáticos, a também deterioração do bem estar. Por exemplo, a presença de BC, carbono orgânico e componentes crustais na atmosfera esta associada à diminuição da visibilidade, ainda mais em condições de baixa umidade. A diminuição no crescimento de plantações vem sendo atribuída, entre outros fatores, ao aumento severo da concentração de partículas na atmosfera, devido a variação na luminosidade recebida pelas plantas, afetando processos metabólicos e podendo chegar a afetar outros níveis tróficos do ecossistema. Também vem sendo observado um prejuízo a arquitetura e obras de arte. A deposição de MP pode afetar fisicamente e visualmente as estruturas²⁷.

Além disso, o BC vem sendo associado a problemas respiratórios e cardiovasculares³¹, tanto por exposição crônica quanto aguda, podendo levar a mortes prematuras³⁰. Segundo MARRACK (2003)³², a grande área superficial e a capacidade absorviva química da fuligem, junto com sua eficiente captação de partículas por macrófagos presentes nos alvéolos, provêm um mecanismo completo de fornecimento de compostos químicos tóxicos ao organismo.

3.6 FATOR DE ENRIQUECIMENTO

O fator de enriquecimento (FE) pode ser usado para determinar se um elemento foi originado de fontes naturais ou antropogênicas. O FE é calculado com base na concentração de certo elemento encontrado em um aerossol e sua relação com a concentração estabelecida para o elemento na natureza, de acordo com a Equação 1³³.

O 'X experimental' é a concentração de um elemento encontrado na amostra, o 'X ref. experimental' é a concentração do elemento de referência encontrado na amostra. O 'X crustal' é a concentração do elemento em questão determinado na natureza, e o 'X ref. crustal' é a concentração do elemento de referência encontrado na natureza, tais valores foram determinados na literatura³⁴. Para o elemento de referência o valor do FE é 1. Silício, Alumínio e Ferro são admitidos como elementos de fundo, portanto podem ser admitidos como elementos de referência³⁵.

Quando o FE está perto de 1 é dito que o elemento é gerado por uma fonte natural. Quando o FE apresenta um valor acima de 10 é considerada a geração por fontes antropogênicas³⁶.

$$FE = \frac{\frac{X_{\text{experimental}}}{X_{\text{ref. experimental}}}}{\frac{X_{\text{crustal}}}{X_{\text{ref. crustal}}}} \quad \text{Equação (1)}$$

3.7 CONCEITOS DE ESTATÍSTICA

3.7.1 Regressão linear

A regressão linear consiste na análise envolvendo uma variável resposta (dependente) e uma ou mais variáveis explicativas (independentes), sendo conhecidas como regressão simples e regressão múltipla respectivamente. Essa análise objetiva a

obtenção de uma equação e coeficientes de regressão que melhor prevê a variável resposta a partir das variáveis explicativas. A Equação 2 representa uma equação de regressão linear múltipla onde y é a variável resposta, x_i as variáveis explicativas, β_i os coeficientes de regressão (com $i = 1, 2, \dots, n$), e ε o erro de previsão³⁷.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon \quad \text{Equação (2)}$$

O resíduo do modelo é a diferença entre o valor observado no modelo e o valor esperado: $y_i - \mu_i$. Estes resíduos devem ter variância constante e distribuições próximas a Normal para que exista uma boa explicação da variável resposta pelas variáveis explicativas.

3.7.2 Modelos Lineares Generalizados

Os MLG são uma generalização de modelos de regressão lineares com a associação de uma distribuição da família exponencial (Normal, Poisson, Binomial, Gama, etc.). Neste modelo a equação de regressão linear múltipla possui uma função de ligação g entre as variáveis explicativas (estrutura linear) e a média da variável resposta (μ), sendo $g(\mu) = \eta$, onde η é chamada de função de ligação canônica³⁸. Dessa forma a equação do MLG é dada pela Equação 3:

$$\eta = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n \quad \text{Equação (3)}$$

As funções de ligação canônicas para as distribuições Normal, Poisson e Binomial Negativa da família exponenciais são apresentada na Equações 4, 5, e 6 respectivamente.

$$\eta = (\mu) \quad \text{Equação (4)}$$

$$\eta = \ln(\mu) \dots\dots\dots \text{Equação (5)}$$

$$\eta = \ln \left\{ \frac{\mu}{(1+\mu)} \right\} \dots\dots\dots \text{Equação (6)}$$

3.8 IDENTIFICAÇÃO DE FONTES DE AEROSSOL ATMOSFÉRICO

3.8.1 Análise de componentes principais (PCA)

A PCA é uma ferramenta que permite extrair e identificar, de um determinado conjunto de dados, informações relevantes para o seu entendimento³⁹, por exemplo, tributos que mais variam e se correlacionam. Além disso, tal análise permite expressar os dados e visualizar as suas tendências destacando assim, as suas semelhanças e diferenças. Uma vez que, encontrar comportamentos padrões em dados de grande dimensão pode ser difícil, a PCA reduz a dimensão dos dados originais para um conjunto de menor dimensão, chamado de Componentes Principais. Para realizar a PCA, calcula-se a matriz de covariância do banco de dados, os autovalores e autovetores desta.

O autovetor com o maior autovalor é o principal componente. Ordenando os autovetores a partir de seus autovalores, do maior para o menor, obtêm-se então, as componentes. Aqueles autovalores com menor valor podem ser ignorados sem perdas, pois estes explicam uma pequena porcentagem da variação da base de dados⁴⁰. Para tornar mais clara a separação das componentes e facilitar a interpretação, faz-se uma rotação do sistema de coordenadas. Um método muito utilizado é o VARIMAX, que faz com que o novo sistema de coordenadas apresente variância máxima⁴¹. Quando a PCA tem o objetivo de encontrar as possíveis fontes do material particulado, essa rotação tornará mais visível a separação das fontes.

Após a rotação do sistema de coordenadas (VARIMAX), é possível fazer uma escolha melhor das componentes a serem descartadas, e com isso, as componentes

remanescentes são as componentes principais. Existem várias formas de fazer essa escolha, geralmente, são desconsideradas as componentes com autovalores menor do que 1, porém, deve-se analisar com cuidado as componentes com autovalores menores, mas próximos de 1, pois estes podem ter algum significado físico^{42; 43}.

Para cada componente extraída, são apresentados os pesos correspondentes a cada variável (no caso deste estudo, as variáveis são a massa, BC e os elementos obtidos por FRX). Cada peso varia de -1 a +1 e, explica a importância de cada variável com a componente extraída, onde -1 representa uma correlação totalmente inversa e +1 representa uma correlação totalmente direta entre a componente e a variável⁴⁴. Costuma-se desconsiderar os pesos com valores entre $\pm 0,3$.⁴¹ A partir dos pesos restantes é possível identificar a fonte de cada componente principal.

3.8.2 Análise de Componentes Principais Absoluta (APCA)

A APCA permite quantificar individualmente a contribuição de cada fonte identificada na PCA para cada amostra analisada no banco de dados⁴⁵. Tal quantificação é feita adicionando uma amostra nula à matriz de dados iniciais, que representa o “caso zero”, e aplicando-se a PCA a essa matriz. Com isso, é possível obter-se uma matriz de fatores com a última linha representando o “caso zero”. A matriz de fatores, é uma matriz na qual estão apresentados os coeficientes de uma regressão linear múltipla entre as componentes principais extraídas do banco de dados e cada amostra usada na PCA.

Subtraindo-se da matriz de fatores dos fatores do “caso nulo” obtêm-se uma matriz chamada de fatores absolutos. Ao se aplicar uma regressão linear múltipla entre uma variável da matriz de dados original (como variável dependente), e a matriz de fatores absoluta (cada coluna da matriz como as variáveis independentes) obtêm-se as concentrações absolutas de cada componente para cada amostra analisada⁴¹.

3.9 SISTEMA RESPIRATÓRIO E A DEPOSIÇÃO DAS PARTÍCULAS

O sistema respiratório possibilita que o ar inalado seja submetido a trocas gasosas em 300 milhões de alvéolos, presentes nas partes mais profundas do pulmão⁴⁶, como demonstrado na FIGURA 4.

A primeira parte do sistema respiratório, que é formado por nariz, cavidade nasal, boca, faringe e laringe, é chamado de parte superior do trato respiratório. A próxima parte é conhecida como passagem das vias aéreas inferiores, e se inicia na traqueia, que se funde com a laringe, depois passa pelos brônquios primários, que se conectam aos bronquíolos e termina nos sacos alveolares. As trocas gasosas de fato acontecem nessa última porção.

É de conhecimento científico que o tamanho aerodinâmico do MP influencia no local de deposição das partículas dentro do corpo humano¹³. Partículas de diâmetro menor que 100 μm podem ser inaladas através do nariz⁴⁷, tais partícula, porém, são filtradas, e somente o MP com diâmetro menor que 10 μm pode atingir o trato inferior do sistema respiratório⁴⁸. Tais partículas, por serem pequenas o suficiente para serem inaladas, podem ficar alojadas na traqueia e nos brônquios. As partículas de tamanho entre 2,5-10 μm , após um tempo de residência são removidas do sistema respiratório por mecanismos mucociliares e são engolidas até atingir o trato gastrointestinal¹⁰. Somente o MP com um tamanho menor do que 2,5 μm penetra na região de trocas gasosas do pulmão. Por isso, existe uma considerável atenção, atualmente, para a massa e concentração elementar dessas partículas.

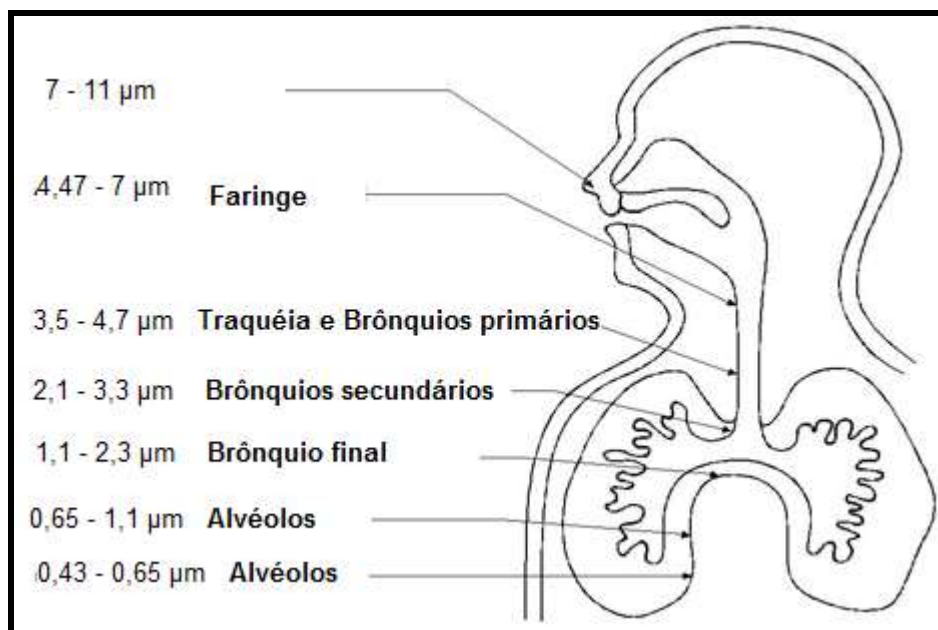


FIGURA 4 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA RESPIRATÓRIO E A DEPOSIÇÃO DAS PARTÍCULAS NO PULMÃO.

Fonte: ADAPTADO⁴⁹

3.10 EFEITOS ASSOCIADOS À SAÚDE

Exposição crônica ao MP resulta em uma redução significativa na expectativa de vida causada por problemas respiratórios, mudanças nos ritmos cardíacos e ataques cardíacos².

É possível encontrar na literatura estudos epidemiológicos que investigam os efeitos do material particulado. Esses estudos, no geral, investigam a relação entre dados de monitoramento da poluição atmosférica e dados de admissões hospitalares e/ou efeitos diretos em voluntários. A TABELA 2 apresenta o resultado de alguns estudos de poluição atmosférica relacionando com efeitos adversos à saúde.

TABELA 2 - RESUMO DOS EFEITOS ADVERSOS RELACIONADOS À POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA.
(CONTINUA)

Autor	Poluente	Efeito adverso
CANOVA <i>et al.</i> (2012) ⁷	MP ₁₀	35% chance de internações por agravamento em pessoas asmáticas e com doenças pulmonares obstrutivas crônicas.
WU <i>et al.</i> (2012) ³	Metais no MP _{2,5}	Aumento da taxa cardíaca e taxa cardiovascular por Cd, Sr, Mn, Ni, Ca, Cr e MP fino.
MAGARI <i>et al.</i> (2002) ⁵⁰	Metais no MP _{2,5}	Aumento da taxa cardíaca com Pb, V, Ni, Cu, Mn.
LANGRISH <i>et al.</i> (2012) ⁴	MP _{2,5}	Redução na exposição reduz incidentes cardiovasculares em pessoas com doença coronária.
CAO <i>et al.</i> (2012) ⁵	MP _{2,5}	Associação com mortalidade cardiovascular e por problemas respiratórios.
OSTRO <i>et al.</i> (2009) ⁵¹	MP _{2,5}	Reportou um aumento de 4% nas admissões pediátricas por problemas respiratórios a cada 14 µg m ⁻³ de aumento do MP _{2,5} .
KARR <i>et al.</i> (2006) ⁵²	MP _{2,5}	Aumento de admissões de crianças com bronquite associado ao aumento de MP _{2,5} .
BROOK <i>et al.</i> (2011) ⁵³	MP _{2,5}	Comprovou associação de aumento de morbidade e mortalidade com aumento do MP _{2,5} tanto para exposição curta quanto longa.
DOCKERY <i>et al.</i> (1993) ⁵⁴	MP _{2,5}	Aumento na massa de MP _{2,5} associado com aumento de mortes por problemas respiratórios e pulmonares (câncer de pulmão)
ZANOBETTI <i>et al.</i> (2009) ⁵⁵	MP _{2,5}	Aumento de admissões de pneumonia com aumento do MP _{2,5} .
HOEK <i>et al.</i> (2002) ⁵⁶	Soot	Aumento na taxa de mortes associado com aumento da concentração de soot atmosférico.

TABELA 2 - RESUMO DOS EFEITOS ADVERSOS RELACIONADOS À POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA.
(CONCLUSÃO)

Autor	Poluente	Efeito adverso
CLANCY <i>et al.</i> (2002) ⁵⁷	Soot	Diminuição na concentração de soot associado com diminuição de mortes por Câncer do pulmão, e doenças pulmonares e cardíacas.
ANDERSON & THUNIYIL <i>et al.</i> (2012) ²⁰	MP _{2,5}	Contribui para eventos de doenças cerebrais em pessoas com vulnerabilidade.
NASCIMENTO <i>et al.</i> (2012) ⁹	MP _{2,5}	Aumento de 12% de risco de hospitalização com diagnóstico de Acidente Vascular Cerebral.

FONTE: A autora.

3.11 DIRETRIZES DE QUALIDADE DO AR

Diretrizes de qualidade do ar são desenvolvidas de modo a recomendar valores de concentração de poluentes atmosféricos, os quais podem afetar adversamente à saúde humana.

A Organização Mundial da Saúde (*World Health Organization – WHO*) estudou alguns poluentes importantes e determinou diretrizes para eles. Os limites para os poluentes de interesse estão resumidos na TABELA 3. O limite anual para o MP_{2,5} foi determinado para os menores valores em que foi encontrado risco de mortalidade por câncer pulmonar ou cardiopulmonar, enquanto que o limite diário foi recomendado no sentido de proteção contra picos de poluição que conduziriam a um aumento substancial de morbidade ou mortalidade.

Da mesma forma, a Comissão da União Européia (*European Union Commission - EUC*) desenvolveu uma legislação que estabelece limites para o Cadmio (Cd) e o Chumbo (Pb) encontrados como partículas no ar. Esses limites são baseados em observações de impactos à saúde associados a esses elementos. Neste caso, somente a concentração para exposições longas foi determinado.

TABELA 3 - CONCENTRAÇÕES LIMITES PARA MP_{2,5}, Cd E Pb.

	Média da concentração anual	Concentração diária
MP _{2,5} (µg m ⁻³) (WHO) ¹⁸	10	25
MP _{2,5} (µg m ⁻³) (EPA) ⁵⁸	12	35
MP _{2,5} (µg m ⁻³) (SSP) ⁵⁹	20	60
Cd (ng m ⁻³) (EUC) ⁶⁰	5	
Pb (µg m ⁻³) (EUC) ⁶⁰	0,5	

No Brasil o órgão que regulamenta os padrões de qualidade do ar é o CONAMA. Atualmente não existe regulamentação para o MP_{2,5}. A resolução N°003/1990 de padrões de qualidade do ar está passando por um processo de revisão, onde a proposta mais recente inclui a regulamentação para o MP_{2,5}.⁶¹

Já o Estado de São Paulo é o pioneiro no Brasil a incluir o MP_{2,5} nos Padrões de Qualidade do Ar. A partir do decreto nº 59.113/2013 da Secretaria do Estado de São Paulo (SSP) foram estabelecidos os limites listados na TABELA 3 valores bem acima dos padrões internacionais. Porém ainda sem um prazo definido a secretaria do Estado pretende, ao longo do tempo, restringir essa regulamentação aos níveis da WHO⁵⁹.

3.12 ANÁLISE DE RISCO À SAÚDE

3.12.1 Concentração elementar

A avaliação de riscos à saúde é uma ferramenta concebida de forma a modelar o risco potencial à saúde que uma pessoa pode desenvolver se exposta à poluição, neste caso em particular, a concentração elementar. Os riscos avaliados são a probabilidade de risco carcinogênico (*Carcinogenic risk* - CR) e quociente de risco não carcinogênico (*Hazard Quotient* - HQ), que podem ocorrer por ingestão, inalação e contato dérmico⁶².

A USEPA desenvolveu um guia para estimar os riscos à saúde. De acordo com essa diretriz, as informações necessárias e as equações usadas para o cálculo das estimativas por inalação são^{63; 64}.

$$HQ = \frac{CDI_{HQ}}{RfCi} \dots\dots\dots \text{Equação (7a)}$$

$$CDI_{HQ} \left(\frac{mg}{m^3} \right) = \frac{C \left(\frac{\mu g}{m^3} \right) \times ET \left(\frac{horas}{dia} \right) \times EF \left(\frac{dias}{ano} \right) \times ED(anos)}{ED(anos)} \times \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ ano}}{365 \text{ dias}} \times \frac{1000 \mu g}{1 \text{ mg}} \dots \text{Equação (7b)}$$

$$CR = IUR \times CDI_{CR} \dots\dots\dots \text{Equação (8a)}$$

$$CDI_{HQ} \left(\frac{mg}{m^3} \right) = \frac{C \left(\frac{\mu g}{m^3} \right) \times ET \left(\frac{horas}{dia} \right) \times EF \left(\frac{dias}{ano} \right) \times ED(anos)}{LT(anos)} \times \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ ano}}{365 \text{ dias}} \dots\dots\dots \text{Equação (8b)}$$

C: Concentração dos elementos encontrados no ar ($\mu g \text{ m}^{-3}$);

ET: Tempo de exposição ($horas \text{ dia}^{-1}$);

EF: Frequência de exposição ($dias \text{ ano}^{-1}$);

ED: Duração da exposição (anos);

RfCi: Concentração de referência de inalação ($mg \text{ m}^{-3}$);

IUR: Risco unitário de inalação ($1 \text{ (} \mu g \text{ m}^{-3} \text{)}^{-1}$);

LT: Expectativa de vida (anos);

Os valores de RfCi e IUR, podem ser encontrados no endereço eletrônico da USEPA^{63; 64}.

O quociente de risco não carcinogênico (HQ) assume que existe um determinado nível de exposição, abaixo do qual é improvável que ocorram efeitos não carcinogênicos, sendo o HQ, de forma simplificada, uma razão entre este nível de exposição (dose de referência) e a concentração do elemento encontrado como pode ser observado na Equação 7a. Dessa forma, para um resultado HQ abaixo de 1 o risco é insignificante de efeitos não carcinogênicos, enquanto que para o HQ acima de 1 existe tal risco^{65; 66}.

O risco carcinogênico CR é a probabilidade de um indivíduo desenvolver câncer durante a vida. De uma forma simplificada, o resultado do risco CR calculado com as Equações 8a e 8b revela a probabilidade de quantas pessoas em uma população desenvolveriam doenças carcinogênicas devido à poluição atmosférica. Por exemplo, se o resultado obtido foi na ordem de grandeza de 10^{-4} , significa que uma pessoa para cada 10 000 poderá desenvolver câncer. A partir disso, foram estabelecidos limites aceitáveis para esse risco, que foram divididos em três níveis. O primeiro, que é quando o risco é tão pequeno que pode ser considerado insignificante; o segundo, já não é um risco tão pequeno, mas é aceitável; e o terceiro que representa um risco real necessitando de intervenção^{65; 66}.

Os limites são:

Insignificante: $CR < 10^{-6}$;

Aceitável: $10^{-6} < CR < 10^{-4}$;

Necessitando remediação: $CR > 10^{-4}$.

Alguns elementos são tratados na forma de íons para o cálculo dos riscos. O Crômio é um deles, e como tem sido comprovado, o Cr (VI) é considerado como carcinogênico para humanos, principalmente nos pulmões, enquanto o Cr (III) não apresenta tal característica⁶⁷. Dessa forma, um estudo determinou a especiação química do Cr no MP⁶⁸. Os resultados mostraram que na área urbana a concentração de Cr (VI) se manteve de forma homogênea entre 30% e 50% da concentração de Crômio total. Assim, considerou-se no cálculo do risco à saúde, o Cr (VI) como 40% da concentração de Cr total, por ser a média dos valores encontrados no estudo citado.

4. METODOLOGIA

4.1 LOCAL DE AMOSTRAGEM

A Estação Meteorológica do INMET – Campus Politécnico- UFPR em Curitiba foi o local escolhido para as amostragens deste projeto. As coordenadas do INMET são: latitude de 25° 26' 93", longitude de 49° 13' 85" e altitude de 924 metros (FIGURA 5).

A amostragem se deu próximo a duas rodovias de transito intenso (BR-116 e BR-277), além de conter várias vias de trânsito locais e estacionamentos, vegetação abundante e algumas indústrias localizadas ao Sul da região de amostragem. A FIGURA 5 é uma imagem da região do entorno do local de amostragem. A seta indica o local de amostragem. As duas rodovias são importantes vias de acesso do transporte de mercadorias norte-sul do país pela BR-116⁶⁹, além de ser ligação com o litoral do Paraná, inclusive com o Porto de Paranaguá pela BR-277⁷⁰.



FIGURA 5 - IMAGEM DO LOCAL DE AMOSTRAGEM E SEU ENTORNO.
Fonte: GOOGLE MAPS E GOOGLE EARTH (2015)

4.2 AMOSTRAGEM DE MP_{2,5}

Amostrou-se diariamente no período de Setembro de 2008 a julho de 2012 e Setembro de 2014 a Julho de 2015. O período de amostragem foi de 24 horas contínuas, possibilitando comparar tais dados com padrões de qualidade do ar¹².

O material particulado foi amostrado sobre filtro de polycarbonato nucleopore[®], da marca Whatman. O filtro de polycarbonato foi utilizado para amostragem por se tratar de um material inerte e por ser praticamente livre de substâncias de interesse, elementos detectáveis na técnica FRX.

Além da substituição diária de filtro, registros cursivos das informações foram feitos na ficha de monitoramento. As seguintes informações foram obtidas:

- O horário de início e término da amostragem;
- A vazão de ar inicial e final (volume total de ar amostrado);
- O número de horas de operação do equipamento;
- A vazão de ar indicado no medidor de vazão;
- A identificação do filtro limpo;
- O registro de anomalias.

Os filtros foram armazenados individualmente em placas de Petri, protegidos por um tubete com capacidade de 10 filtros, cada um, mais um filtro chamado de “branco”.

Para a amostragem do MP_{2,5}, utilizou-se o impactador inercial do tipo Harvard, desenvolvido pela Escola de Saúde Pública de Harvard, conectado a uma bomba de vácuo, um horímetro, um medidor de vazão e um fluxímetro.

O impactador foi desenvolvido para amostrar ar pela parte superior do equipamento (FIGURA 6 a) de uma forma que seja acelerado em direção a um disco poroso (FIGURA 6 b). As partículas presentes no ar com tamanho aerodinâmico acima do tamanho de interesse impactam no disco poroso, e são aderidas por uma fina camada de óleo mineral presente. O restante das partículas desvia do disco e são depositadas em um filtro de polycarbonato na parte inferior do impactador (FIGURA 6 c).

O ajuste da vazão de ar permite a determinação do ponto de corte do tamanho das partículas amostradas¹⁹.

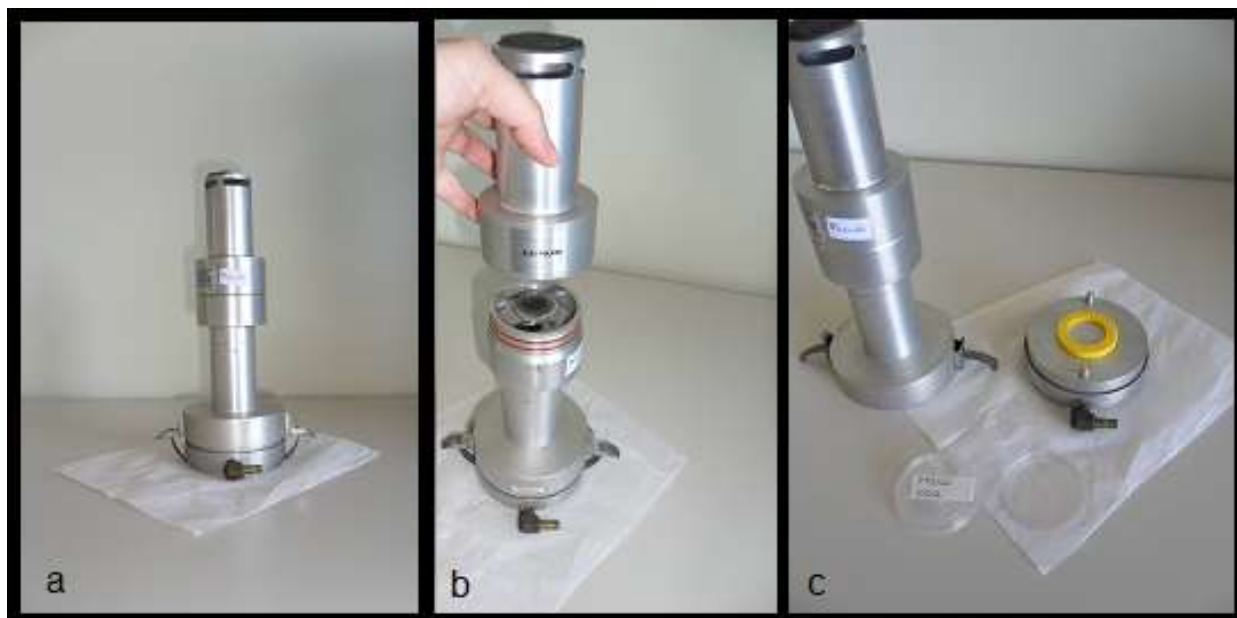


FIGURA 6 - AMOSTRADOR INERCIAL HARVARD

Fonte: A autora.

Para a amostragem de $MP_{2,5}$, a bomba de vácuo foi ajustada à vazão de 10 L min^{-1} . O amostrador foi posicionado a dois metros de altura acima do solo, pois por este estudo se tratar de um estudo de efeitos na saúde humana, essa seria a altura média da camada de ar respirável pelo homem.

Em função de alguns problemas pontuais de funcionamento da bomba de vácuo, existiram alguns períodos de interrupção/intervalos da campanha de amostragem. Porém, como a amostragem se estendeu por um longo período, foi possível obter amostras para todos os períodos do ano, cobrindo todas as estações do ano e eventos, como férias escolares.

4.3 ANÁLISE GRAVIMÉTRICA

Para obtenção da concentração mássica do $MP_{2,5}$ no ar foram utilizados, a massa do $MP_{2,5}$ depositada no filtro, a vazão de ar amostrada e o período de amostragem. Para determinar a massa depositada de cada amostra, os filtros foram pesados antes e depois da amostragem em uma microbalança com o uso de um eliminador eletrostático (FIGURA 7).



FIGURA 7 - MICROBALANÇA E CANETA ELIMINADORA DE ELETROSTÁTICA.
Fonte: A autora.

A sala de pesagem possui controle de temperatura (20 °C), e durante a pesagem é feito controle da umidade (50%) com o uso de um desumidificador (NIOSH 5000). Além disso, manteve-se os filtros nestas condições durante 24 horas antes de cada pesagem. Para prevenir qualquer tipo de contaminação e atender a tais critérios, os filtros são mantidos em um dessecador.

Antes da pesagem dos filtros já amostrados, observou-se cada filtro quanto a possível contaminação de manuseio, presença de insetos ou folhas, e/ou não homogeneidade de deposição, sendo então descartadas as amostras. Essas

verificações foram feitas com o intuito de garantir que somente as partículas de interesse serão pesadas e analisadas. As amostras que não foram descartadas nessa etapa compõe a relação das amostras válidas.

Para o cálculo da concentração do material particulado, foi utilizada a Equação 9:

$$\text{MP}_{2,5}(\mu\text{g m}^{-3}) = \frac{\text{Massa Depositada } (\mu\text{g}) \times 1000}{\text{Vazão } (10 \text{ L min}^{-1}) \times \text{Período de Coleta (min)}} \quad \text{Equação (9)}$$

4.4 DETERMINAÇÃO DE *BLACK CARBON* (BC)

Para obtenção da concentração de BC, utilizou-se o transmissômetro SootScan OT21 (FIGURA 8). O OT21 mede a absorção óptica das partículas depositadas usando uma lâmpada fonte de comprimento de onda, operando em 880 nm (Infravermelho - medida quantitativa de BC).



FIGURA 8 – TRANSMISSÔMETRO SOOTSCAN OT21 PARA ANÁLISE DE BC.

Fonte: A autora.

Ao analisar o filtro amostrado, obtém-se um valor de atenuação que é proporcional à densidade de BC no filtro, ou seja, quanto mais limpo (branco) o filtro,

A Equação 10 foi usada para o cálculo da concentração de BC amostrado na amostra de aerossol, onde ATN é o valor de atenuação medida pela lâmpada de comprimento de onda do Infravermelho, Vol é o volume de ar em metros cúbicos que passou pelo amostrador no período de amostragem, Área é o valor da área útil do filtro que o MP foi depositado em centímetros quadrados (para o filtro de 37 mm de diâmetro é usado o valor de 30 mm de diâmetro para calcular a área).

Equação (10)

4.5 DETERMINAÇÃO DAS FRAÇÕES DE *BLACK CARBON* E *BROWN CARBON*

O transmissômetro descrito no item anterior não fornece a concentração diferenciada de BC e BrC. Para essa finalidade, o Aethalômetro (Aethalometer®) modelo AE33, da Magee Scientific (FIGURA 9), foi instalado ao lado do impactador Harvard no local de amostragem.



FIGURA 9 - AETALÔMETRO (AETHALOMETER®) MODELO AE33.
Fonte: MAGEE SCIENTIFIC (2013)⁷¹

O AE33 faz uma amostragem contínua de material particulado através de depósito em filtro, com mensuração contínua da atenuação sofrida por comprimentos de onda incidentes de 370, 470, 520, 590, 660, 880 e 950 nm.

A bomba do equipamento foi ajustada na vazão de 5 L min^{-1} . Sua resolução e limite de detecção chegam a 0,001 e $0,005 \mu\text{g m}^{-3}$ respectivamente⁷¹. O filtro utilizado no equipamento tem o formato de fita, constituída de fibra de vidro revestida de Teflon, sendo que a renovação do material coletor acontece pela mudança de posição da fita. As medidas são feitas por minuto de deposição do MP na fita.

Para a determinação da concentração de BC mais BrC o equipamento utiliza o comprimento de onda 370 nm, e para o cálculo da fração de BC e BrC o equipamento utiliza as lâmpadas de comprimento de onda de 470 e 950 nm aliado ao expoente de Angstrom.

O expoente Angstrom tem sido utilizado como uma ferramenta de identificação de possíveis fontes e segregação do material particulado. A variável expressa a relação do coeficiente de absorção de uma partícula em função de um comprimento de onda específico. Dessa forma, o software interno do equipamento utiliza os valores de atenuação obtidos nas fitas, calcula o coeficiente de absorção da amostra, e ajusta o espectro de absorção a uma curva expoente Angstrom, sendo assim possível diferenciar BC e BrC⁷¹.

Com o intuito de determinar as frações do material carbonáceo do MP emitidas por combustíveis fósseis e biogênicos, utilizou-se o amostrador automático no período de 17 de Abril de 2015 a 1 de Julho de 2015. Entre 17 de Abril e 14 de Maio, foi utilizado na entrada de ar do AE33 um separador de partículas de $\text{MP}_{2,5}$. Dessa forma, neste período, o material amostrado e analisado corresponde as partículas carbonáceas de tamanho menor ou igual a $2,5 \mu\text{m}$. Já no período de 15 de Maio a 1 de Julho não foi usado o separador de partículas, sendo amostradas partículas carbonáceas do MP total.

4.6 ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X (FRX)

A espectrometria consiste no conjunto de técnicas que utilizam luz para determinar a concentração de um determinado elemento em uma amostra. Os raios X são constituídos por radiação eletromagnética de comprimento de onda curto. Podem ser emitidos por tubos de raios X ou por uma fonte radioativa. Em princípio, quando um elemento de uma amostra é excitado com raios X, os elétrons desse elemento tendem a ser excitados para camadas atômicas superiores. Cada transição eletrônica constitui uma perda de energia para o elétron, e esta energia é emitida na forma de um fóton de raios X, o qual apresenta característica energética bem definida para cada elemento⁷².

Assim, na análise de FRX têm-se três fases:

1. Excitação dos elementos que constituem a amostra.
2. Dispersão dos raios X característicos emitidos pela amostra.
3. Detecção desses raios X.

Os detectores de raios X geralmente funcionam como contadores de fótons. Pulsos individuais de carga, produzidos como quanta de radiação são absorvidos pelo detector e então são contados. A intensidade de detecção de um determinado elemento depende da corrente do feixe, da voltagem de aceleração e do número atômico. Quanto maior a corrente, maior será a excitação dos átomos, sendo que há um limite máximo no qual há saturação do detector. A voltagem está relacionada com a profundidade de excitação do elemento na amostra. Elementos de maior número atômico (mais pesados) apresentam uma configuração eletrônica mais complexa, e exigem maior tensão elétrica para serem detectados com maior intensidade⁷².

A relação entre o número de contagens de um determinado elemento com a concentração deste, deve ser determinada empiricamente com um conjunto de padrões semelhantes à composição da amostra. A partir disso é possível determinar a curva de calibração analítica do equipamento. Devido às pequenas concentrações dos elementos nas amostras de aerossol, a diminuição da radiação de fundo é importante para

obtenção de resultados mais precisos e exatos, com baixos desvios. Elementos presentes no ar, podem gerar radiação de fundo, o que justifica o uso de gás hélio, por ser um gás nobre, é um elemento não detectável pela técnica de fluorescência de raios X^{72} .

A análise de FRX é usada para determinações rápidas e quantitativas de todos os elementos exceto os mais leves (a partir do sódio). E análises qualitativas de elementos de número atômico acima do oxigênio. Além disso, trata-se de uma análise não destrutiva.

Para a determinação da concentração elementar total do $MP_{2,5}$ foi utilizado o Espectrômetro de Bancada EDXRF MiniPal 4. A partir de padrões de aerossol específicos para calibração do espectrômetro de FRX, gerados em membranas de polycarbonato da marca Nucleopore® e certificados pela MICROMATTER™, obteve-se as curvas de calibração. Através do software do equipamento, fez-se o processamento dos resultados obtidos, com a possibilidade de cálculo de média, desvio padrão e análise gráfica.

4.7 DETERMINAÇÃO DAS FONTES

Para determinar as fontes geradoras do $MP_{2,5}$ na região de interesse, aplicou-se tanto o método do FE, que permite a diferenciação de elementos naturais e antropogênicos, quanto o método da APCA com a utilização do software SPSS 16.0.

4.7.1 Fator de Enriquecimento (FE)

Para o cálculo do FE utilizou-se a metodologia descrita anteriormente, sendo que o Silício foi escolhido como elemento de referência, por se tratar do elemento entre os possíveis (Si, Al e Fe) que foi detectado na maior parte das amostras. Além disso, foram utilizadas as concentrações elementares obtidas de 2008 a 2011, e os valores crustais segundo a TABELA 4.

TABELA 4 - VALORES CRUSTAIS PARA O CALCULO DO FE.

Elemento	Concentração (g ton ⁻¹)	Elemento	Concentração (g ton ⁻¹)
Mg	20 900	Cr	100
Al	81 300	Mn	950
Fe	50 000	Si	277 200
S	260	Ni	75
Cl	130	Cu	55
K	25 900	Zn	70
Ca	36 300	Se	0,05
Ti	4 400	Br	2,5
V	135	Pb	13

Fonte: MASON (1966).³⁴

4.7.2 Análise de Componentes Principais (PCA)

Para a aplicação da PCA, utilizou-se a série de dados obtida de 2008 a 2011 para concentrações do MP_{2,5}, BC e cada elemento quantificado pela análise de FRX. Antes da aplicação, foi necessária uma seleção dos dados e análise estatística subsequente. Os dados foram organizados para que cada amostra escolhida tenha passado pela análise gravimétrica, determinação de BC e de FRX. Além disso, para cada série de dados (massa, BC, elementos) somente foram utilizadas aquelas que apresentaram mais do que 75% de quantificação em relação ao número total de amostras. Após essa seleção inicial, foram plotados histogramas para cada variável analisada, de forma que fossem identificadas possíveis amostras que tornassem a distribuição muito distinta de uma normal.

As componentes principais foram obtidas rotacionando a matriz gerada pelo método VARIMAX, e analisando-se a influência das componentes com autovalores menores do que um. Por fim, foram disponibilizados na matriz rotacionada os pesos maiores do que 0,3.

Após obtenção das componentes principais e identificação das fontes a partir dos pesos de cada componente, foi gerada a matriz de fatores com o “caso zero” e subsequentemente a matriz de fatores absolutos como descrito anteriormente. Ainda

usando o mesmo software (SPSS 16.0), fez-se uma regressão linear múltipla utilizando os valores de massa de $MP_{2,5}$ como variável dependente, e os valores da matriz de fatores absolutos (para cada componente principal) como variáveis independentes, segundo a Equação 11, onde F_{abs} são os fatores absolutos de cada componente principal extraída. A partir disso, obteve-se as contribuições de cada fonte para massa de material particulado fino.

$$MP_{2,5} = \text{Constante} + aF_{abs_1} + bF_{abs_2} + cF_{abs_3} + \dots \quad \text{Equação (11)}$$

4.8 ANÁLISE DE RISCOS À SAÚDE

Para a análise de riscos à saúde foram aplicadas as metodologias de cálculo do risco relativo (RR) utilizando a concentração mássica de $MP_{2,5}$ com o programa R 3.2.2 e a avaliação de riscos à saúde utilizando as concentrações dos elementos presentes no $MP_{2,5}$ com a calculadora RAIS.

4.8.1 Risco Relativo (RR)

Para avaliar o impacto na saúde humana devido à exposição a um determinado poluente, o risco relativo vem sendo utilizado em estudos epidemiológicos. Nesta metodologia é possível identificar a fração de uma doença que pode ser atribuída ao poluente de interesse, sendo o RR uma medida da associação entre um fator particular (por exemplo, a concentração de poluentes atmosféricos) e o risco de um determinado resultado Y (por exemplo, o número de pessoas com problemas respiratórias em uma região)⁷³.

Para avaliar o RR da poluição atmosférica na saúde humana em estudos epidemiológicos, geralmente, utiliza-se a análise de regressão para o modelo linear generalizado (MLG) com a distribuição de Poisson^{74,75} ou Binomial Negativa (BN)⁷⁶.

Para a aplicação da análise de regressão são necessárias as variáveis de entrada: dados de saúde, dados do poluente, dados meteorológicos e fatores de confusão.

Os fatores de confusão são geralmente tendências temporais que causam um efeito na variável resposta indiretamente. Por exemplo, a sazonalidade afeta variáveis climáticas podendo afetar a dispersão do poluente e, indiretamente, a saúde humana. Para corrigir essas tendências são aplicadas funções de suavização no MLG, consistindo na separação da função em mais de um polinômio simulando a sazonalidade⁷³.

Outro fator de confusão presente em estudos meteorológicos são os fins de semana e feriados. Sendo tendências temporais de curto prazo, alteram as atividades e funcionamentos de serviços na cidade. Para verificar a presença desses fatores é gerado um gráfico da função de autocorrelação parcial (FAC parcial) dos resíduos do modelo em função de dias de defasagem entre os dados do poluente e os dados de saúde (lag). Dessa forma, se o resíduo da autocorrelação estiver fora da faixa ótima do modelo, existe a influência do fator. Para corrigir essa influência são gerados valores de resíduos que são inseridos no MLG para compensar a autocorrelação. Quanto menor o valor da soma dos cinco primeiros resíduos menor a influência dos fatores de confusão⁷³.

Por fim são aplicados métodos de avaliação do MLG para verificar se determinado modelo é o melhor a ser aplicado ao banco de dados. Nesta etapa, geralmente também é avaliado o melhor ajuste do MLG à variável resposta, com a variação da defasagem dos dias entre os dados de saúde e o poluente. Segundo Coelho (2007)⁷⁵ a avaliação do lag é feita variando-se a defasagem de 1 a 7 dias, pois espera-se que os efeitos de saúde sejam relacionados à exposição do referido dia e dos dias anteriores.

Para avaliar o modelo que melhor se ajusta a um mesmo banco de dados utiliza-se geralmente o Critério de Informação de Akaike (AIC), sendo que o menor valor do AIC é dado pelo modelo melhor ajustado. A expressão para calcular o AIC é dada por:

$$AIC = -2l(\mathbf{b}) + 2(gl)\hat{\phi}, \quad \text{Equação (12)}$$

onde $l(b)$ é o valor máximo da log-verossimilhança para o modelo completo; gl são os graus de liberdade do modelo e $\hat{\phi}$ é o parâmetro de dispersão estimado. O AIC é obtido no programa estatístico R ao aplicar o MLG⁷³.

Outro método de confirmação do ajuste do modelo ao banco de dados é com o uso do gráfico de probabilidade semi-normal dos resíduos, onde os quartis dos resíduos do modelo aplicado são comparados com os quartis de uma distribuição semi-normal⁷⁷.

Após a aplicação da regressão e obtenção do RR, é possível estimar a valoração dos efeitos na saúde devido à exposição ao poluente, e os custos obtidos, possibilitando que possam ser aplicadas políticas públicas para reduzir tal exposição. De forma mais específica, a função RR para um nível x de um fator (um poluente por exemplo) e o resultado observado Y (uma doença por exemplo) é definida pela Equação 13⁷⁸, dada pela razão entre a esperança matemática de ocorrer o resultado Y devido ao fator x , e a esperança matemática de ocorrer o mesmo resultado Y sem a presença do fator x .

$$RR(x) = \frac{E(Y|x)}{E(Y|x=0)} \cdot \quad \text{Equação (13)}$$

Para o modelo de regressão MLG com as distribuições de Poisson e Binomial Negativa (Equações 5 e 6), o RR é dado pela Equação 14, onde β é o coeficiente obtido na estrutura linear da equação do MLG (Equação 3), e x é o valor obtido de $MP_{2,5}$.^{74; 79}:

$$RR(x) = e^{\beta x} \cdot \quad \text{Equação (14)}$$

Isto indica que o risco de uma pessoa exposta a uma concentração de $MP_{2,5}(x)$ adquirir doenças respiratórias é $RR(x)$ vezes maior que uma pessoa que não foi exposta a esta concentração. Um $RR(10 \mu g m^{-3}) = 2$ significa por exemplo, que uma pessoa exposta a $10 \mu g m^{-3}$ de $MP_{2,5}$ possui o dobro de chance de adquirir uma doença respiratória que uma pessoa que não foi exposta a esta concentração.

O número de internações hospitalares por doenças circulatórias ($ICMP_{2,5}$) e respiratórias ($IRMP_{2,5}$) devido ao impacto do $MP_{2,5}$ serão estimados pelas Equações 15 e 16 respectivamente, onde o risco relativo RR baseado no $MP_{2,5}$ é multiplicado pelo número de internações por doenças circulatórias (IC) e respiratórias (IR):

$$ICMP_{2,5} = \frac{\sum (RR(MP_{2,5}) - 1)}{\sum RR(MP_{2,5})} \times IC$$

Equação (15)

$$IRMP_{2,5} = \frac{\sum (RR(MP_{2,5}) - 1)}{\sum RR(MP_{2,5})} \times IR$$

Equação (16)

Enfim, para determinar as despesas envolvidas nas internações anuais por doenças respiratórias e circulatórias relacionadas ao $MP_{2,5}$, utiliza-se o número de internações por doenças circulatórias e respiratórias devido ao $MP_{2,5}$ ($ICMP_{2,5}$) e ($IRMP_{2,5}$) respectivamente, e o valor médio pago por internação hospitalar no SUS utilizando as Equações 17 e 18.

$$\text{Despesas IC} = (ICMP_{2,5}) \times (\text{Valor pago por internação})$$

Equação (17)

$$\text{Despesas IR} = (IRMP_{2,5}) \times (\text{Valor pago por internação})$$

Equação (18)

Para o cálculo do risco relativo em Curitiba aplicou-se o método da análise de regressão utilizando o MLG com as regressões de Poisson e Binomial Negativa, de forma a obter o modelo que melhor se ajuste à série de dados.

As variáveis de entrada escolhidas para montar o banco de dados foram, concentrações diárias de $MP_{2,5}$ obtidas nesse estudo, valores diários de internações da rede do SUS em Curitiba por doenças respiratórias e circulatórias, médias diárias de temperatura e umidade relativa (UR) (variáveis meteorológicas) e, por fim, os fatores de confusão: numerando domingo a sábado de 1 a 7 respectivamente (dias da semana), e dias de feriado e não feriado numerados por 1 e 0 respectivamente.

O número de internações foi obtido no site do Datasus⁸⁰ na opção Reduzida do AIH, SIHSUS, sendo necessário o download do programa TabWin para a leitura dos dados e transformação dos arquivos para uma extensão a ser trabalhada (ex: Excel). Os dados estão disponíveis por estado, ano e mês de lançamento na extensão .dbc. Com o programa TabWin os dados podem ser expandidos para a extensão .dbc e então transformados a .csv, podendo ser trabalhado em diversos programas.

Após obtenção dos dados brutos é possível ser feita uma seleção dos dados de interesse, por exemplo cidade (código IBGE)⁸¹, data e tempo de internação, informação do paciente (ex: sexo e idade), classificação da causa da internação por tipo de doença⁸², etc. Para o presente estudo foram selecionadas as causas de internação por doenças circulatórias e respiratórias de código internacional de doenças I00-I99 e J00-J00 respectivamente.

Para a série de dados de $MP_{2,5}$ selecionou-se os anos 2010 a 2014. Porém para 1820 dias de tal período a série de $MP_{2,5}$ possui apenas 500 amostras válidas, sendo que para a aplicação do MLG para estudos epidemiológicos é necessário um número de dados equivalente a dois anos completos (730 dias). Dessa forma, buscou-se completar a série de dados de $MP_{2,5}$ obtendo-se uma equação pelo método dos mínimos quadrados com uma série de dados de MP_{10} obtidos das estações automáticas do IAP (Instituto Ambiental do Paraná).

4.8.2 Avaliação de riscos à saúde

Para a avaliação de riscos à saúde, utilizou-se um calculador disponível na página eletrônica criada pela Universidade do Tennessee, desenvolvido a partir da metodologia descrita pela USEPA⁸³. Por se tratar de uma análise de riscos da exposição crônica à saúde, que considera o efeito de um longo tempo de exposição, utilizou-se a média da concentração dos elementos ($\mu\text{g m}^{-3}$), quantificados anualmente durante todo o período de estudo (2008 a 2011). Também outros valores de entrada como, duração da exposição à poluição (40 anos), expectativa de vida do brasileiro (74,1 anos)⁸⁴, frequência de exposição (350 dias por ano) e o tempo de exposição (24 horas por dia).

Esses valores foram usados considerando-se a exposição que a população da área urbana de uma cidade esta submetida durante a vida, na condição mais extrema de exposição.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CONCENTRAÇÕES DE $MP_{2,5}$ E *BLACK CARBON*

A TABELA 5 apresenta as médias anuais de massa de $MP_{2,5}$ e BC para o período de estudo (2008 e 2015) obtidas através da impactação utilizando-se o amostrador Harvard. As dados diários estão listados no Apêndice A.

Foram calculadas as concentrações médias ($\mu g\ m^{-3}$) para cada ano, além do desvio padrão (s) e o número de amostras analisadas (N). É importante salientar que para o período de cinco anos (2008 a 2015), foram obtidas 829 amostras de $MP_{2,5}$, e dessas, somente 664 tiveram a determinação de BC. Tal fato ocorreu após a validação das amostras para a determinação de BC, conforme o item 4.3.

TABELA 5 - MÉDIA ANUAL DAS CONCENTRAÇÕES DE $MP_{2,5}$ ($\mu g\ m^{-3}$) E BC ($\mu g\ m^{-3}$) DE 2008 A 2015.

Ano	$MP_{2,5}$			BC		
	Média	S	N	Média	S	N
2008	13	5,7	75	3,6	2,8	75
2009	8,5	5,2	75	1,6	0,82	75
2010	13	7,1	209	2,7	1,2	132
2011	7,0	6,0	156	1,9	1,1	121
2012	3,0	2,0	68	1,3	0,33	68
2014	12	6,0	73	2,6	1,1	65
2015	9,7	5,9	173	2,1	1,1	172
2008-2015	9,7	6,6	829	2,3	0,96	664

Notas: N se refere ao número de amostras analisadas por período.

Os dados de $MP_{2,5}$ apresentam uma distribuição assimétrica positiva como pode ser observado no histograma da FIGURA 10. Dessa forma, uma pequena parte dos

dados que apresentam altas concentrações elevam a média dos dados. O mesmo pode ser observado na FIGURA 11 com a série de dados de BC.

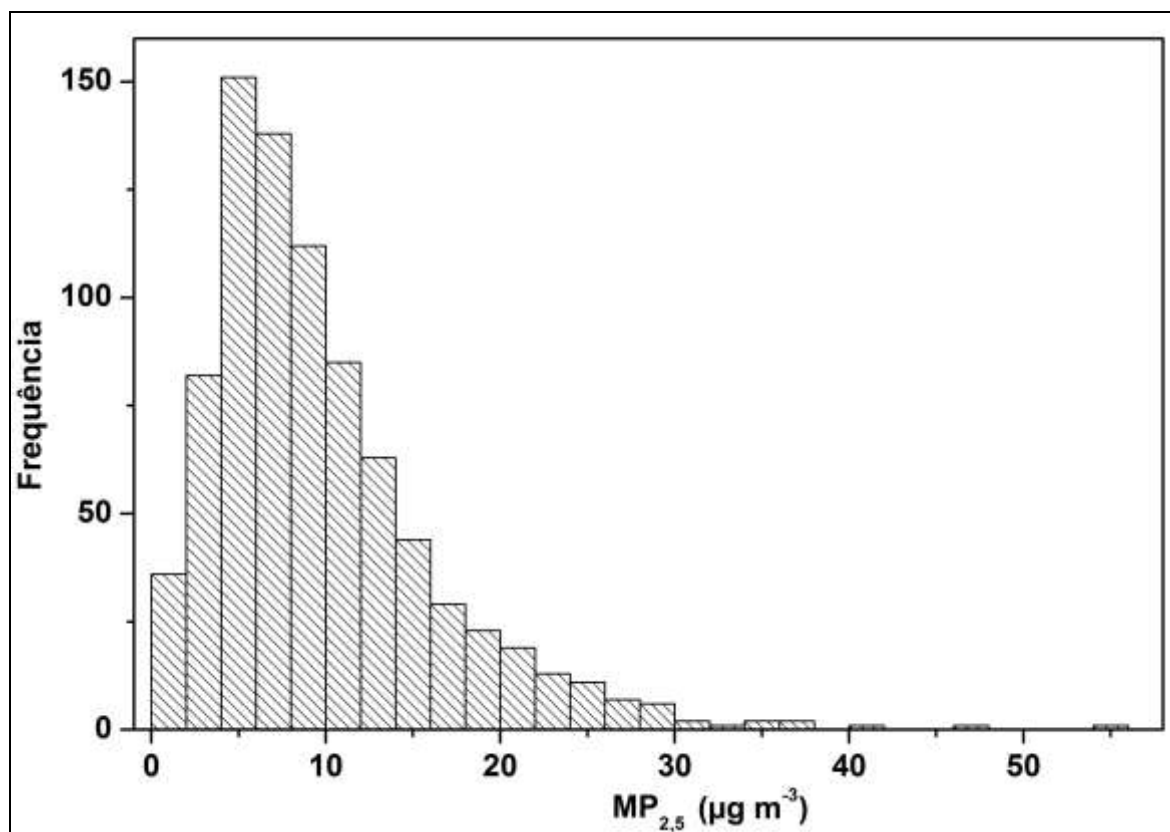


FIGURA 10 - HISTOGRAMA DA SÉRIE DE $\text{MP}_{2,5}$ DE 2008 A 2015 EM CURITIBA.

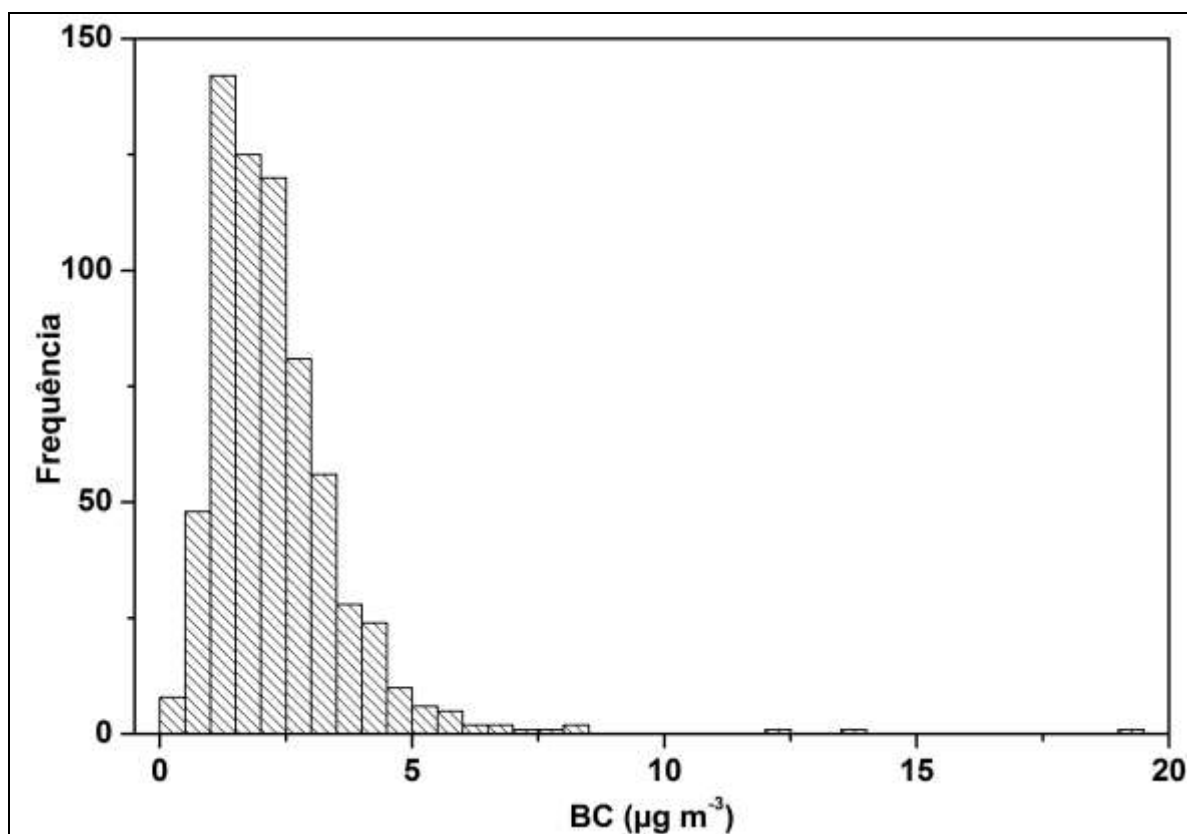


FIGURA 11 - HISTOGRAMA DA SÉRIE DE BC PRESENTE NO MP_{2,5} DE 2008 A 2015 EM CURITIBA.

A média da concentração de MP_{2,5} encontrada para a cidade de Curitiba esta abaixo de valores encontrados em outros estudos científicos ao redor do mundo. STRANGER *et al.* (2009)¹⁶ encontraram valores em torno de 28 µg m⁻³ em Antuérpia, Bélgica; LEE & HIEU (2011)¹⁴ observaram uma concentração média de 20 µg m⁻³ em Ulsan na Coréia; KAVOURAS *et al.* (2001)¹⁵ reportaram concentrações de 20 a 42 µg m⁻³ em cinco cidades Chilenas. Na China, na publicação de CHEN *et al.* (2003),⁸⁵ a média da concentração encontrada foi de 150 µg m⁻³. MUGICA-ALVÁREZ *et al.* (2012)⁸⁶ encontraram no México, médias de 45 µg m⁻³. As concentrações médias anuais observadas neste estudo também estiveram abaixo de concentrações encontradas em um estudo em algumas capitais brasileiras realizado em 2007 por ANDRADE *et al.* (2012)⁴⁴ (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Porto Alegre), neste mesmo estudo os autores encontraram uma média anual de 16,5 µg m⁻³ de MP_{2,5} em Curitiba. Das capitais estudadas somente Recife apresentou uma concentração abaixo da encontrada em Curitiba no presente estudo.

De acordo com as diretrizes de qualidade do ar da WHO, que estabelece um limite de $25 \mu\text{g m}^{-3}$ para a média diária de $\text{MP}_{2,5}$, 27 dias das amostras analisadas na cidade de Curitiba tiveram concentrações acima do indicado, conforme a TABELA 6.

TABELA 6 - RELAÇÃO DOS DIAS QUE EXCEDERAM LIMITE DE QUALIDADE DO AR DIÁRIO DE $\text{MP}_{2,5}$ EM CURITIBA PELA WHO.

Ano	Dias que excederam limite de $25 \mu\text{g m}^{-3}$
2008	2 e 3 de Setembro, 13 de Outubro
2009	22 Setembro
2010	12 de Fevereiro, 29 Março, 3 e 7 Julho, 21 a 27 e 29 de Agosto
2011	08 de Janeiro, 21 de Fevereiro, 18 de Março
2014	8, 29 e 31 de Outubro
2015	4 e 6 de Junho, 22, 28 e 3 de Julho, e 6 de Agosto

Costuma-se associar máximos de poluição com períodos do ano mais secos e de temperaturas mais baixas. Porém, os dias de altas concentrações de MP observados neste estudo, estão distribuídos entre várias estações do ano, entre períodos secos e chuvosos, variando entre baixas e altas temperaturas. As FIGURAS 12 a 18 são gráficos da pluviosidade (mm), temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa (%) mensais em Curitiba de 2008 a 2015.

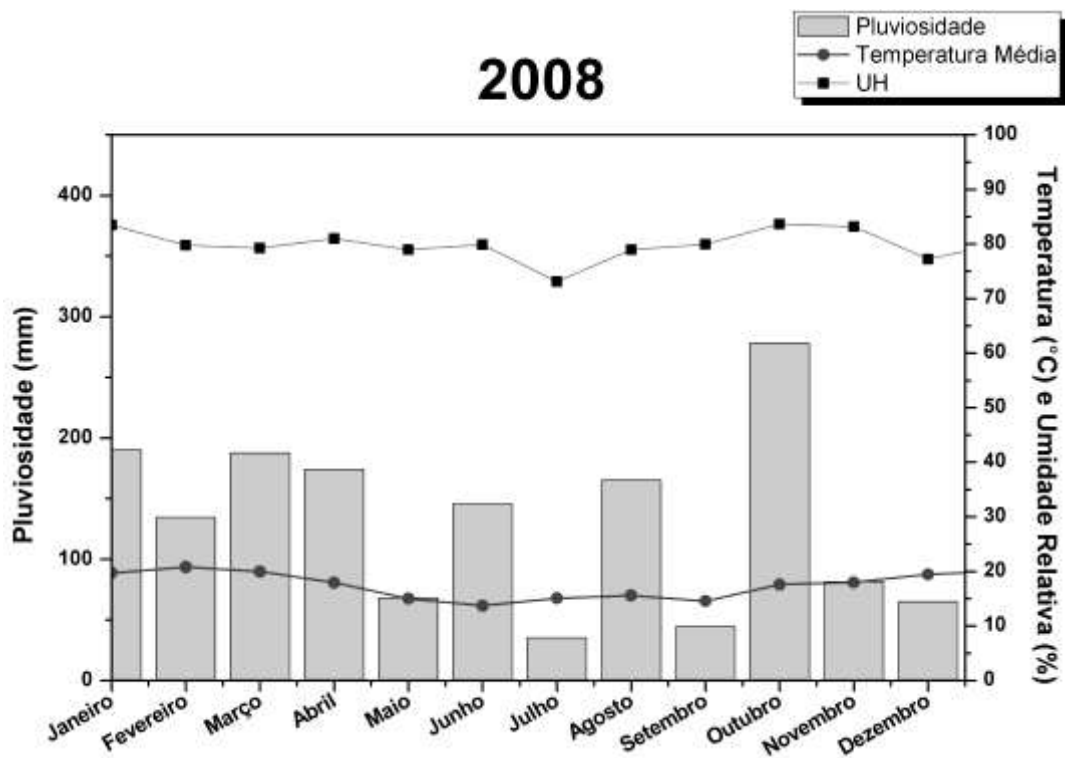


FIGURA 12 - PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C) E UH (%) PARA O ANO DE 2008 EM CURITIBA.

Fonte: INMET.

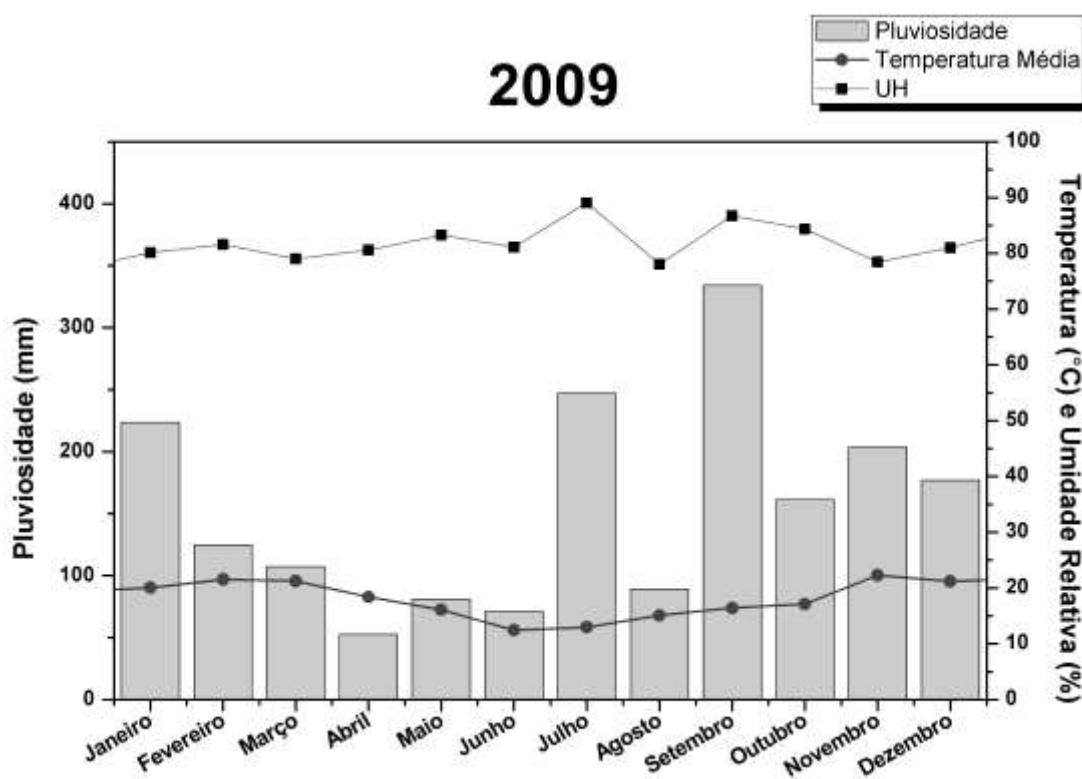


FIGURA 13 - PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C) E UH (%) PARA O ANO DE 2009 EM CURITIBA.

Fonte: INMET.

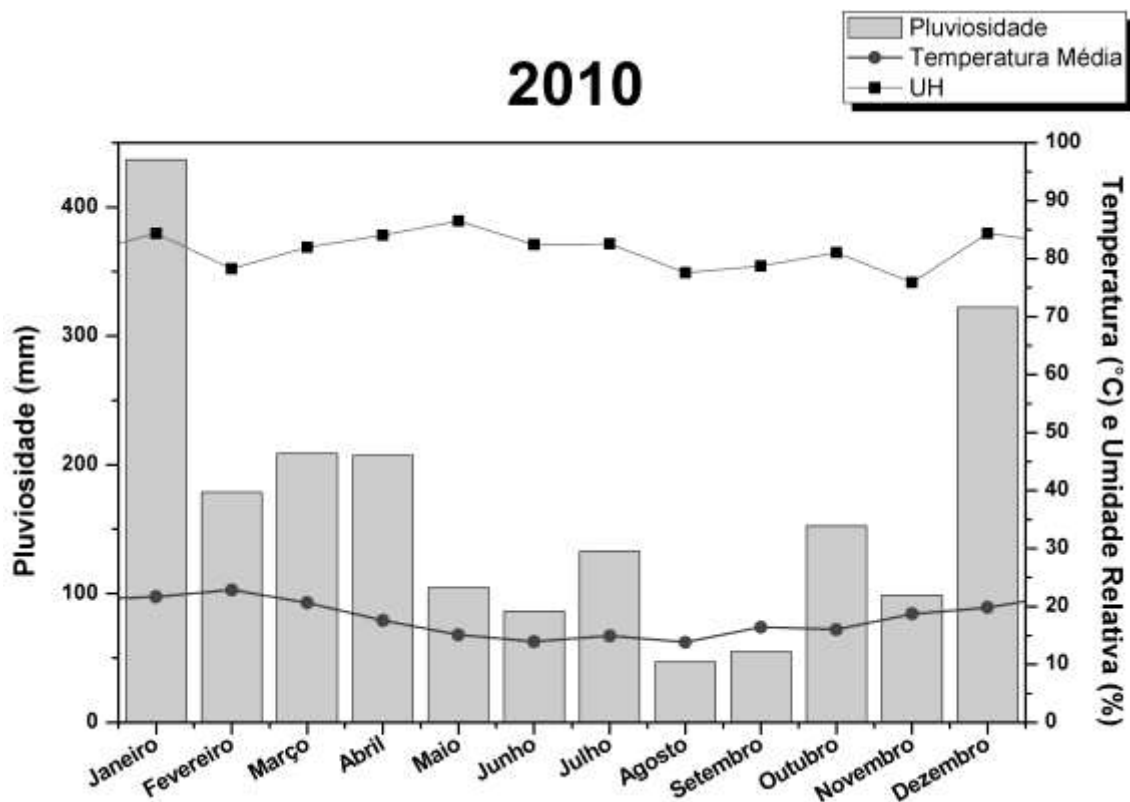


FIGURA 14 - PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C) E UH (%) PARA O ANO DE 2010 EM CURITIBA.

Fonte: INMET.

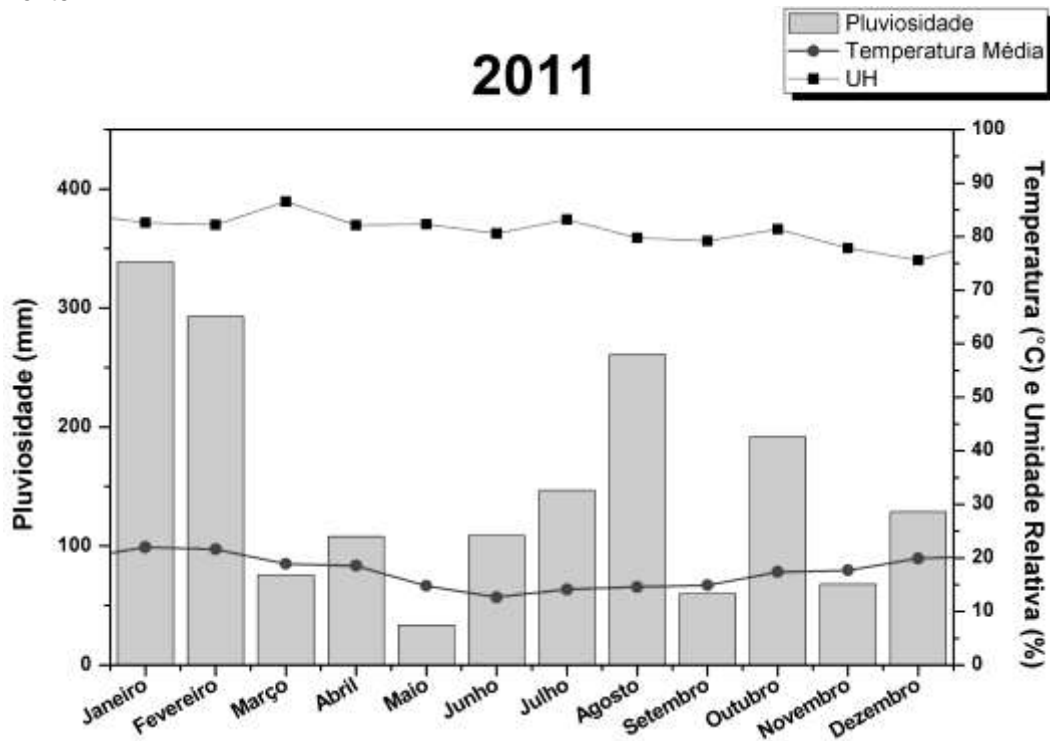


FIGURA 15 - PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C) E UH (%) PARA O ANO DE 2011 EM CURITIBA.

Fonte: INMET.

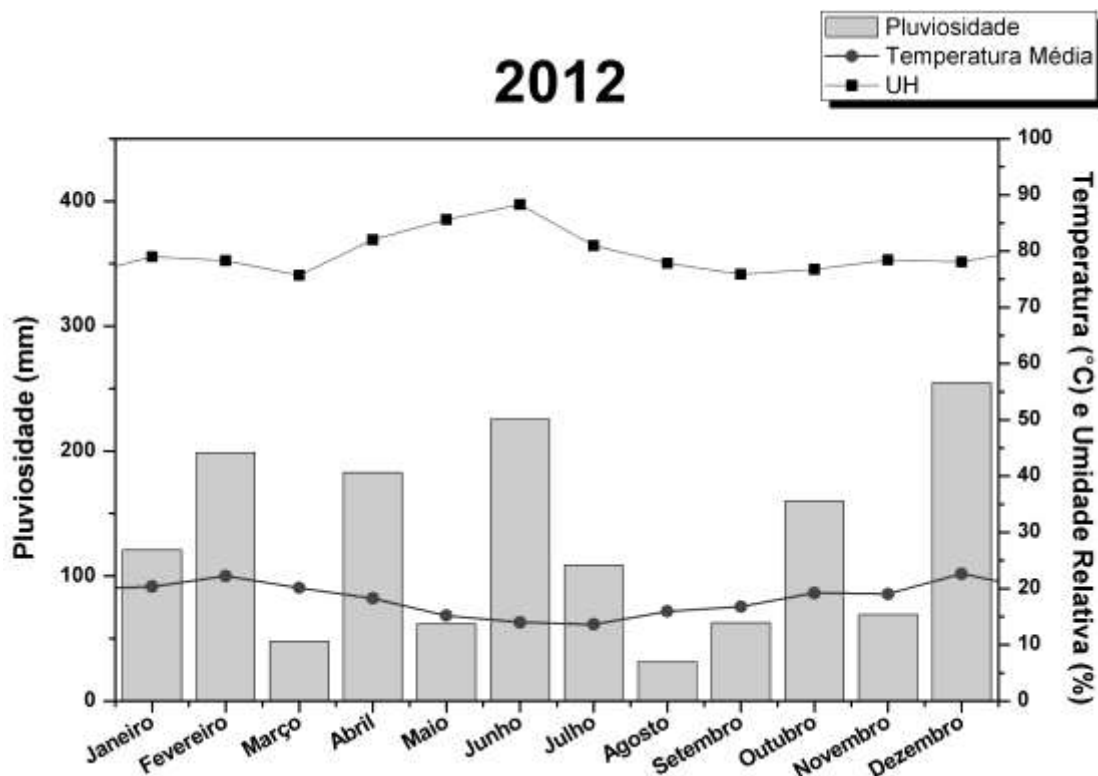


FIGURA 16 - PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C) E UH (%) PARA O ANO DE 2012 EM CURITIBA.

Fonte: INMET.

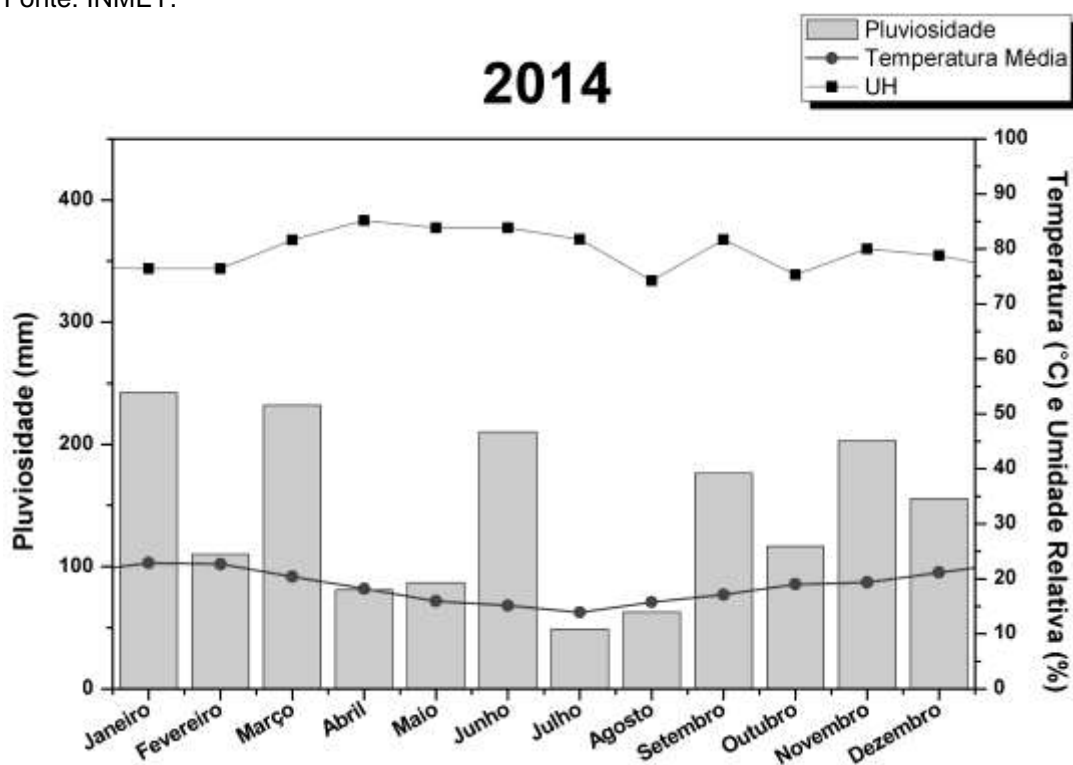


FIGURA 17 - PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C) E UH (%) PARA O ANO DE 2014 EM CURITIBA.

Fonte: INMET.

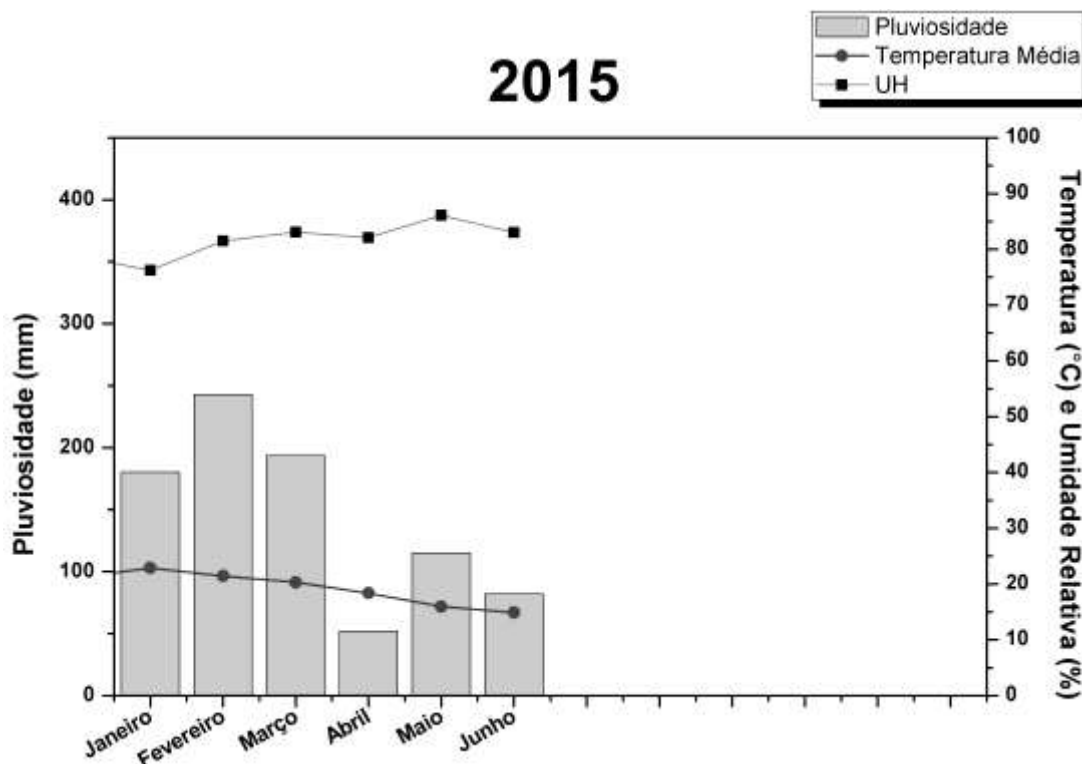


FIGURA 18 - PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C) E UH (%) PARA O ANO DE 2015 EM CURITIBA.

Fonte: INMET.

Pode-se observar que o inverno é um período mais seco enquanto que o verão costuma ser o período mais chuvoso, porém em 2010 e 2011 houveram registros máximos de poluição mesmo durante o verão. Tais eventos podem ser explicados por atividades antropogênicas de grande magnitude que devem ter ocorrido em tais dias, já que durante períodos chuvosos somente a poeira (emissão de solo), é drasticamente reduzida, enquanto que as emissões de fontes antropogênicas continuam sendo emitidas⁸⁷. Por exemplo, as emissões de MP oriundas de veículos continuam a ocorrer durante a chuva, podendo ser amenizadas pelo efeito de *wash-out*, mas enquanto houver veículos circulando pela região, continuará a haver emissões.

Além dos dias que individualmente excederam os padrões de qualidade do ar, é possível de se observar um período crítico de quase dez dias consecutivos de picos de poluição, de 21 a 29 de Agosto de 2010. As FIGURAS 14 a 19 contêm os dados meteorológicos para esse período crítico. É notável pelo gráfico de precipitação de 2010 que, em tal ano, agosto foi um mês seco. Além disso, houve uma considerável

diminuição da umidade e temperatura, indicando que pode ter ocorrido uma inversão térmica em tal período, como visto em Shanghai por YE *et al.* (2003)⁸⁸.

BARMPADIMOS *et al.* (2012)⁸⁹ descreveram um modelo estatístico usado para investigar a influência de dados meteorológicos sobre o MP, sugerindo que a precipitação afeta as concentrações de aerossóis, porém ela não é a única variável que tem influência sobre o MP, como temperatura, direção preferencial do vento, etc.

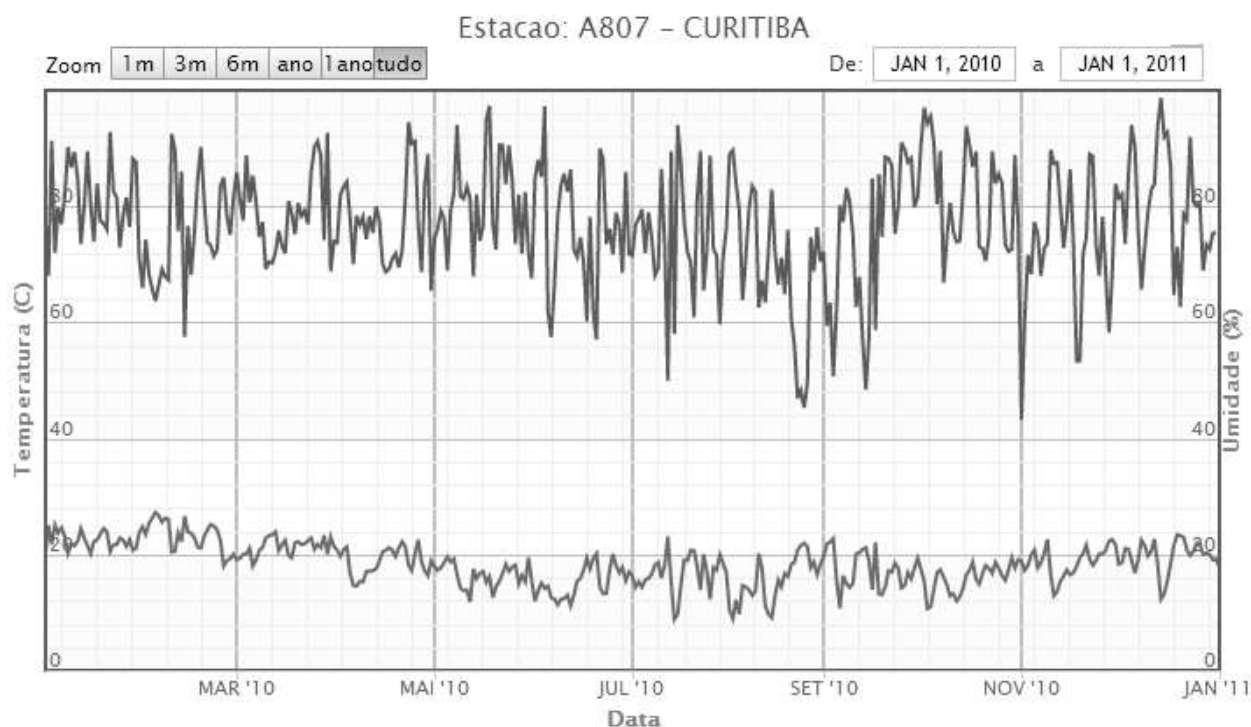


FIGURA 19 - TEMPERATURA (°C) E UMIDADE (%) PARA O ANO DE 2010 EM CURITIBA.

Fonte: INMET.

5.2 DETERMINAÇÃO DAS FRAÇÕES DE *BLACK CARBON* E *BROWN CARBON*

A TABELA 7 apresenta os resultados da análise descritiva dos dados obtidos por amostragem automática com o transmissômetro AE33 para o período de 17 de Abril e 14 de Maio de 2015 (separador de 2,5 μm) e 15 de Maio a 1 de Julho de 2015 (sem separação de tamanho). O equipamento gera dados de concentração de partículas carbonáceas e fração de BrC por minuto de amostragem, a partir de tais dados obteve-se as concentrações de BC e BrC por minuto.

TABELA 7 - ANÁLISE DESCRITIVA DAS FRAÇÕES DE BC E BrC OBTIDAS POR AMOSTRAGEM AUTOMÁTICA EM CURITIBA.

	Média	Desvio Padrão	Mediana	Máximo	Mínimo
BC_{2,5} (ng m⁻³)	2287	2116	1644	41092	0,54
BC total (ng m⁻³)	4049	4842	2395	104395	1,4
BrC_{2,5} (ng m⁻³)	170	333	70	12735	0
BrC total (ng m⁻³)	400	780	134	10890	0
BrC_{2,5} (%)	7,6	10	4,6	100	0
BrCTotal (%)	8,4	9,0	5,9	89	0

Pode-se observar que para as concentrações e porcentagens de BrC os valores mínimos chegam a zero, indicando que a fonte emissora não possui contribuição constante, diferente dos valores mínimo de BC que não chegam a zero, ou seja, as fontes emissoras de BC estão em funcionamento o dia inteiro.

Outro aspecto interessante é a relação entre os valores de BC-BrC de tamanho menor que 2,5 µm e as partículas de BC-BrC total, onde as médias e medianas das concentrações de BC-BrC total são maiores que as médias e medianas das concentrações de BC-BrC_{2,5}. Um teste de hipótese ANOVA foi aplicado entre as séries de BC total e BC_{2,5}, e um teste aplicado entre as séries de BrC total e BrC_{2,5}. Obteve-se o resultado com intervalo de confiança de 95% que as médias das populações de BC total e BC_{2,5}, e BrC total e BrC_{2,5} são estatisticamente diferentes.

É possível identificar com uma análise entre as médias e medianas das séries de dados que mais da metade dos dados encontra-se abaixo da média, e alguns poucos valores muito altos acima da média.

As FIGURAS 20 a 23 são os histogramas das séries de BC e BrC de tamanho de 2,5 µm e total, nas quais pode-se observar as concentrações que se encontram a maior parte das séries de dados. Todas as séries são assimétricas positivamente. Observa-se nas FIGURAS 20 e 21 que existe um acúmulo de massa na fração total apesar do BC ser formado por partículas finas. Já para o BrC não existe tal diferenciação entre as frações.

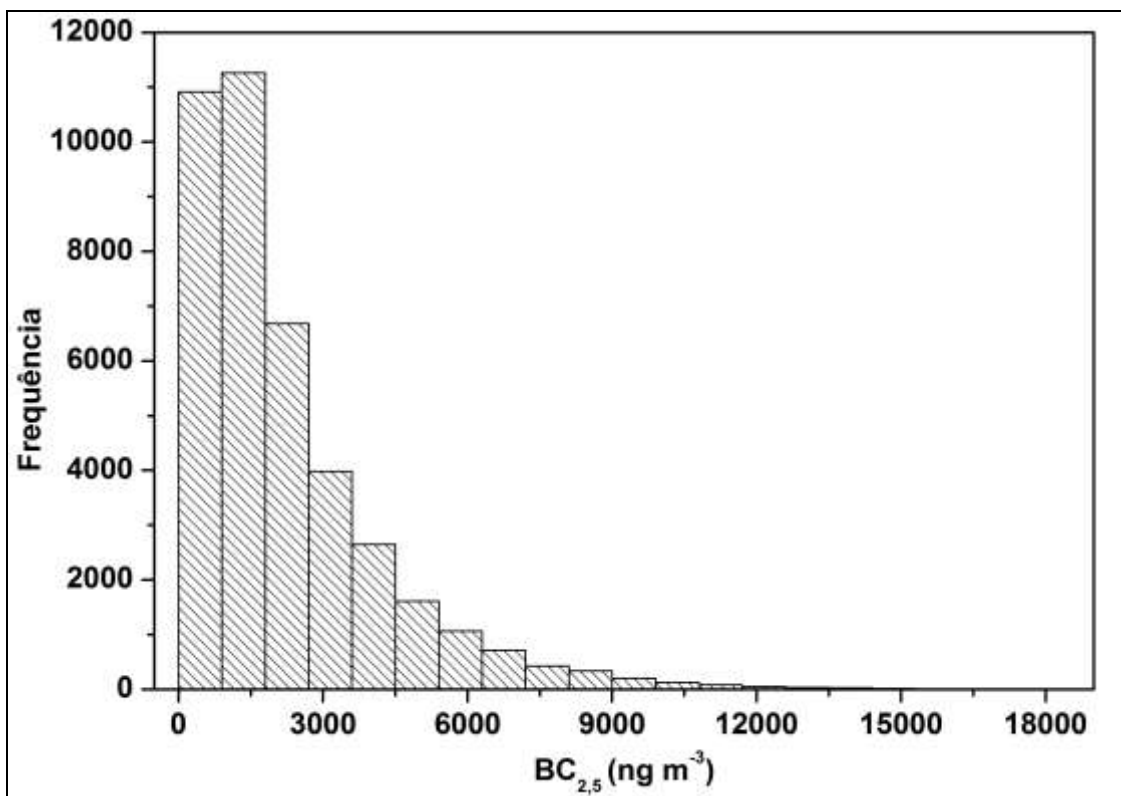


FIGURA 20 - HISTOGRAMA DA SÉRIE DE BC PRESENTE NO MP_{2,5} EM 2015 OBTIDOS POR AMOSTRAGEM AUTOMÁTICA EM CURITIBA.

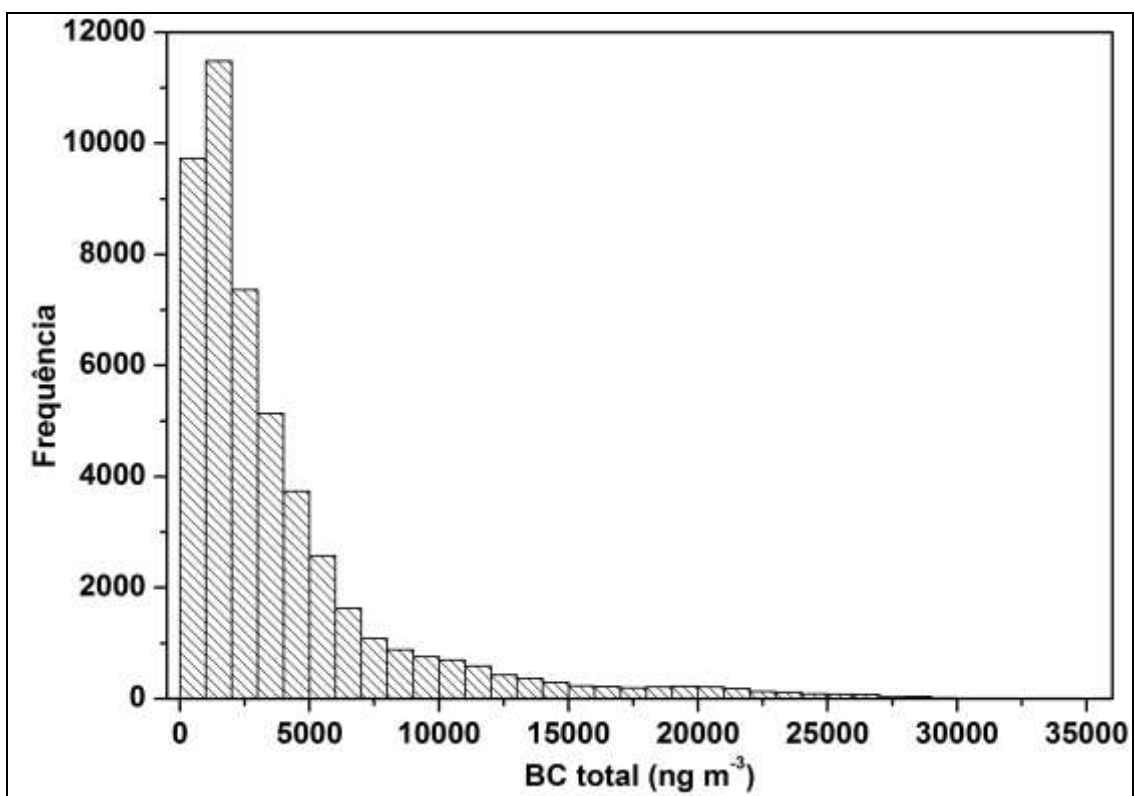


FIGURA 21 - HISTOGRAMA DA SÉRIE DE BC PRESENTE NO MP TOTAL EM 2015 OBTIDOS POR AMOSTRAGEM AUTOMÁTICA EM CURITIBA.

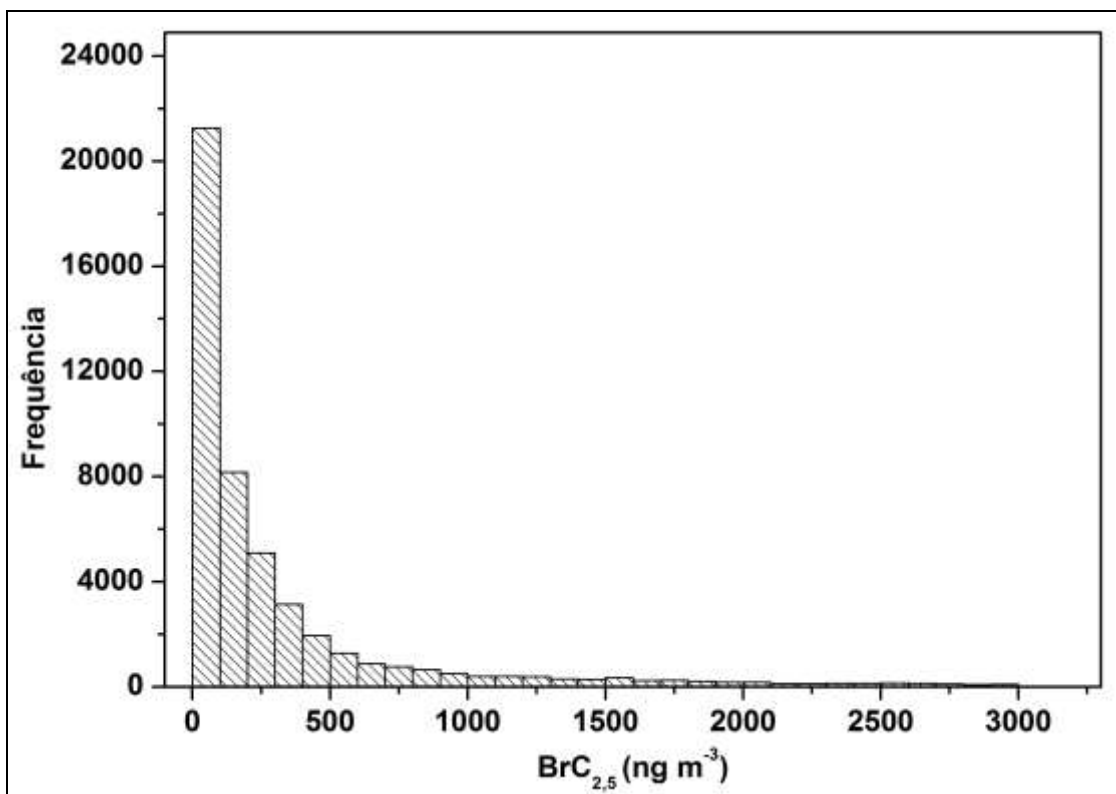


FIGURA 22 - HISTOGRAMA DA SÉRIE DE BRC PRESENTE NO MP2,5 EM 2015 OBTIDOS POR AMOSTRAGEM AUTOMÁTICA EM CURITIBA.

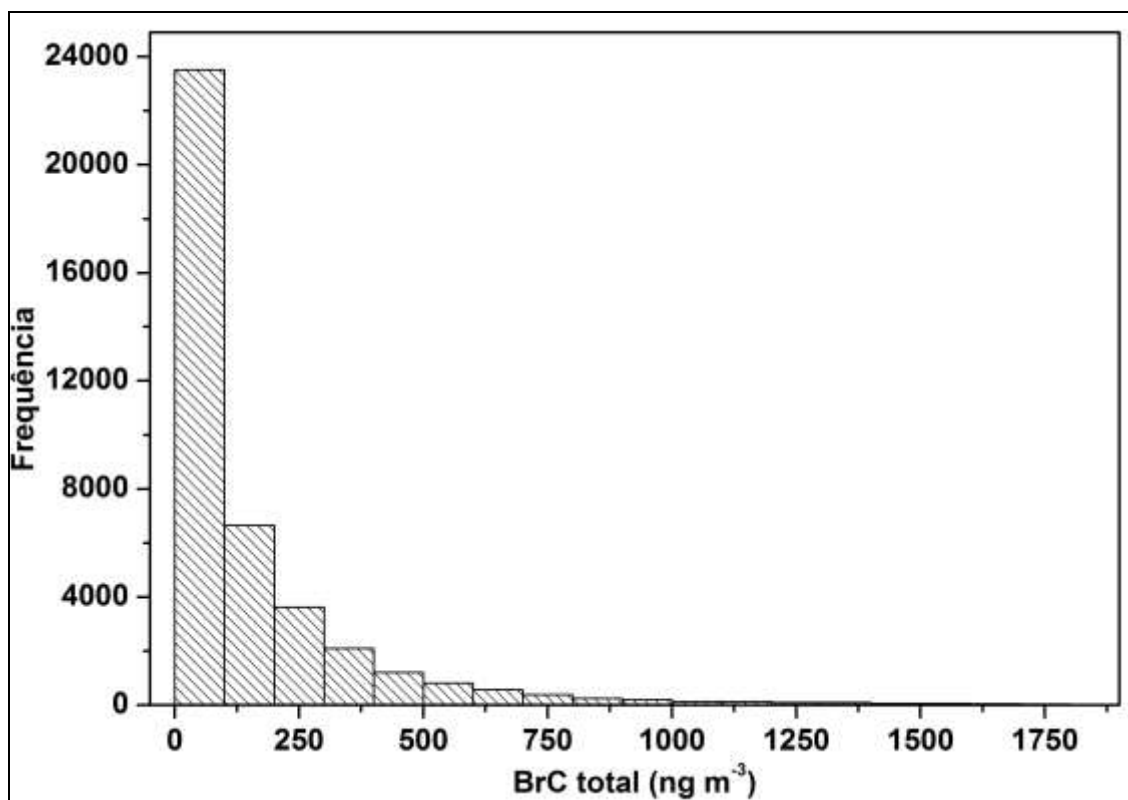


FIGURA 23 - HISTOGRAMA DA SÉRIE DE BRC PRESENTE NO MP TOTAL EM 2015 OBTIDOS POR AMOSTRAGEM AUTOMÁTICA EM CURITIBA.

Por fim, as porcentagens de BrC_{2,5} e BrC total apresentam médias e medianas muito próximas, e os valores de máximo são outliers como pode ser observado na FIGURA 24. No boxplot apresentado o símbolo asterisco (*) representa aonde se encontram 99% dos dados, o quadrado preto (■) a média da série, e o símbolo positivo (+) é o valor máximo de cada série. Dessa forma se desconsiderarmos o valor máximo, as séries de dados de BrC_{2,5} e BrC apresentaria novos valores máximo de aproximadamente 50 e 40% respectivamente.

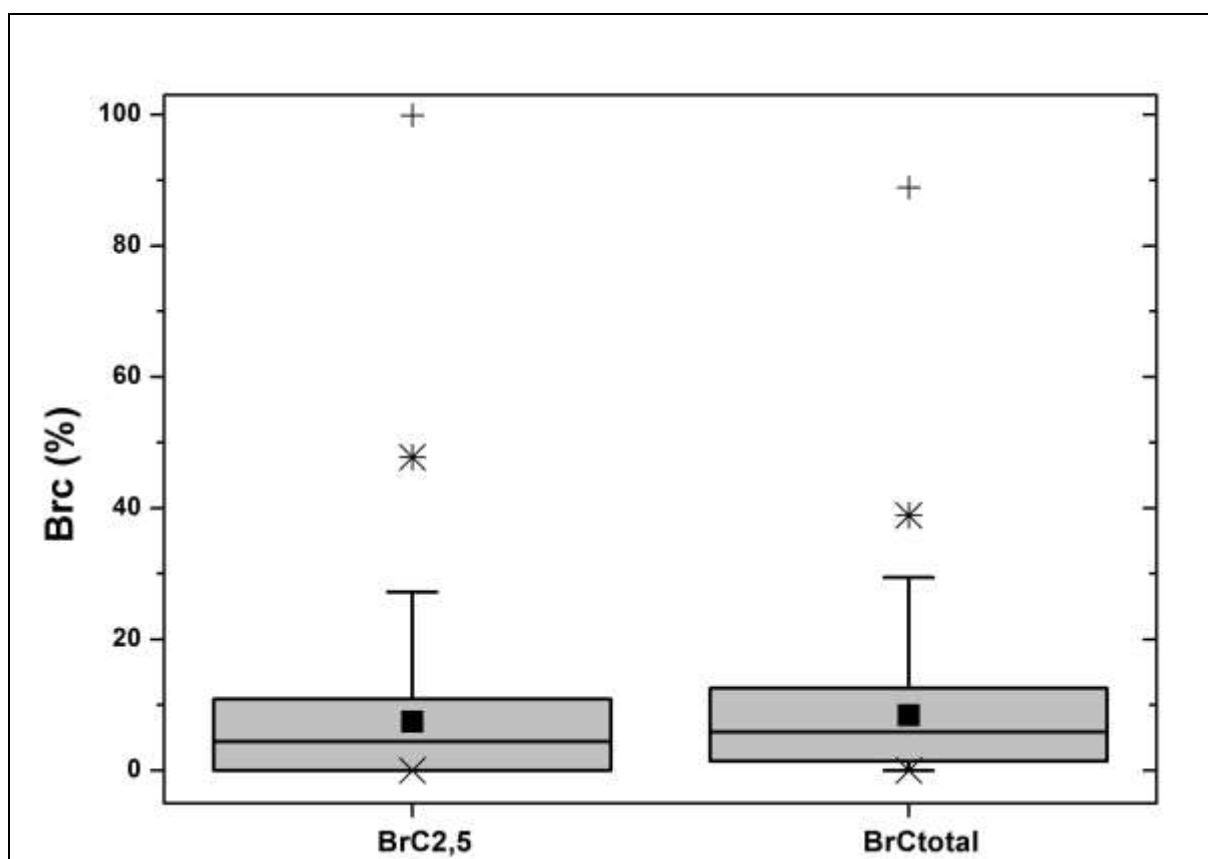


FIGURA 24 - BOX PLOT DA PORCENTAGEM DE BrC_{2,5} E BrC TOTAL.

5.3 CONCENTRAÇÃO ELEMENTAR

A TABELA 8 apresenta os resultados obtidos de 2008 a 2015 através da análise de FRX. As amostras de 2012 não foram analisadas pela técnica de FRX devido a problemas de equipamento, além disso em 2013 não houve amostragem.

TABELA 8 - MÉDIA E DESVIO PADRÃO DAS CONCENTRAÇÕES ELEMENTAIS (ng m⁻³) OBTIDAS DE 2008 A 2015

	2008		2009		2010		2011		2014		2015		2008-2015	
	Média	s	Média	s	Média	s	Média	s	Média	s	Média	s	Média	σ
S	282	186	268	256	235	152	114	86	782	410	571	364	495	385
K	140	119	153	124	139	139	38	34	220	127	197	148	175	141
Si	28	21	13	5,7	69	49	37	27	125	120	124	101	97	97
Fe	44	19	48	28	48	38	21	15	97	68	128	115	91	91
Al	19	21	31	25	5,5	1,7	5,8	0,0	64	59	64	61	45	55
Ca	15	15	21	14	25	22	10	8,1	44	58	43	51	35	46
Pb	6,5	11	3,7	6,6	6,8	10	3,7	11	14	20	33	93	19	62
Zn	25	63	38	80	12	19	4,0	3,0	7,2	12	8,1	14	11	27
Mn	5,1	12	2,0	1,1	1,4	1,3	0,9	1,3	7,2	7,3	6,7	7,1	5,2	7,2
Br	2,64	2,25	0,85	2,15	2,14	2,39	1,06	1,18	5,36	4,38	6,83	11	4,8	7,9
Ti	1,61	1,28	2,06	1,17	2,39	2,18	0,68	0,54	5,58	6,70	6,61	7,7	4,7	6,4
Cu	10	16	6,1	4,6	1,8	3,0	1,9	6,1	3,1	5,0	3,2	4,0	3,5	6,5
Cl	14	54	12	19	8,7	22	1,1	4,0	0,0	0,0	0,4	4,4	3,4	19
Cr	0,75	1,1	0,54	0,6	2,0	3,6	0,63	0,76	2,7	5,8	2,2	3,6	2,0	3,9
Se	0,3	1,2	0,0	0,0	0,08	0,15	0,15	0,19	1,8	1,4	1,9	1,7	1,3	1,6
Ni	0,9	2,9	0,30	0,60	0,17	0,24	0,18	0,32	1,0	2,5	1,0	1,8	0,8	1,9
Mg	7,9	15,7	0,0	0,0	0,41	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,74	5,0
V	0,30	0,42	0,26	0,58	0,26	0,33	0,24	0,28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,10	0,25

Foram calculadas as médias anuais e desvio-padrão (s) para cada elemento, bem como a média e o S para o período anual de amostragem. Os dezoito elementos detectados nas amostras foram organizados a partir da média de todos os anos, do elemento de maior concentração para o elemento de menor concentração.

O Enxofre apresentou a maior concentração em todos os anos, seguido do Potássio, Ferro e Silício enquanto que o Selênio frequentemente apresentou as menores concentrações. O esquema abaixo indica, como no geral, se apresentaram as concentrações dos elementos.

S > K > Si-Fe > Al > Ca > Pb > Zn > Cl-Mn-Br-Ti > Cu-Cl > Cr > Se > Ni-Mg-V

O limite estabelecido pela EU para a concentração média anual de chumbo varia entre 70 a 140 vezes maior com relação aos valores encontrados neste estudo, sendo

este um indicativo de que o chumbo na região de estudo não está afetando adversamente à saúde da população.

Com relação a elementos considerados perigosos à saúde humana como Mg, Mn, Cd³, Cr, Pb⁵⁰, geralmente as concentrações deste estudo foram menores que as encontradas na literatura. Em um estudo realizado no México foram encontradas concentrações maiores de 45 ng m⁻³ para Pb e 8 ng m⁻³ para Cr⁸⁶. Em um outro estudo foram reportados valores de 2 ng m⁻³ para Cr, 16 ng m⁻³ para Pb, 6 ng m⁻³ para Mn, 75 ng m⁻³ de Zn em São Paulo, enquanto para Curitiba foram encontradas concentrações de 0,7 ng m⁻³ para Cr, 8 ng m⁻³ para Pb, 2 ng m⁻³ para Mn e 19 ng m⁻³ para Zn⁴⁴.

5.4 FATOR DE ENRIQUECIMENTO

A TABELA 9 apresenta os resultados de fator de enriquecimento (FE) para cada ano analisado, a média de todos os anos e a porcentagem de amostras válidas (indicado na tabela como “% N válido”). Os dados foram ordenados a partir da média entre todos os anos, do elemento com maior FE para o elemento com menor FE. Para os anos de 2014 e 2015 não houve detecção do elemento vanádio indicado por um asterisco.

Valores de FE acima de 10 indicam que um elemento não foi gerado por uma fonte natural³⁶. Quase todos os elementos analisados estavam enriquecidos, com exceção do Mg e Si. Já os elementos Al, Ca, Ti e Fe, apesar de algumas vezes excederem o valor de 10 para o FE, estiveram bem próximo desse limite, e na média entre os anos, se encontram abaixo do limite estabelecido. Tais elementos geralmente são associados à origem da crosta terrestre^{25 26 12}.

TABELA 9- MÉDIAS ANUAIS DE 2008 A 2011 DO FATOR DE ENRIQUECIMENTO.

	2008	2009	2010	2011	2014	2015	Todos os anos	% N válido
Se	83110	0	13873	33951	105595	231686	134741	68
S	15939	20470	4492	4549	14896	9634	10364	99
Br	16130	4675	4241	4563	7871	6384	6905	83
Pb	4667	4455	2221	2361	3428	6140	4400	89
Zn	3820	10539	870	519	350	251	1005	86
Cu	2574	2776	179	362	125	145	431	68
Cl	1130	1627	472	134	0	3	233	18
Cr	97	149	99	60	66	74	80	70
Ni	124	84	15	19	39	44	44	39
K	65	121	25	13	34	31	35	99
V	34	26	14	23	*	*	21	66
Mn	66	48	7	11	18	17	20	82
Fe	11	20	5	4	6	9	8	98
Ca	4	12	3	2	3	3	3	99
Ti	4	10	2	1	3	3	3	91
Al	2	9	1	2	2	2	2	91
Mg	7	0	0	0	0	0	1	5
Si	1	1	1	1	1	1	1	100

O fato da maior parte dos elementos se encontrar enriquecido é um indicativo que a região de estudo é objeto de consideráveis atividades antropogênicas. Alguns estudos realizados na região metropolitana de Curitiba também identificaram elementos enriquecidos. GODOI *et al.* (2013)⁹⁰ estudaram o efeito do MP em três escolas, uma próxima a um ponto de ônibus, e as outras duas próximas a uma refinaria. SILVEIRA (2010)⁹¹ estudou a poluição no entorno de uma área residencial, localizada na Vila Hauer de Curitiba. BRAGA (2007)⁹² investigou o efeito de indústrias de cal na cidade de Colombo. Também em Colombo, AVIGO JUNIOR *et al.* (2008)⁹³ investigaram o efeito das indústrias de Cal em três escolas. E por fim, CARNEIRO (2008)⁹⁴ estudou a poluição atmosférica no Museu Oscar Niemeyer, na cidade de Curitiba.

Tanto no presente estudo quanto nos estudos citados acima, Cl e S foram encontrados enriquecidos. BRAGA (2007)⁹² afirmou que a serragem em fornos das indústrias de cal, é a provável fonte desses dois elementos nas proximidades. AVIGO JUNIOR *et al.* (2008)⁹³ afirmaram que o Cl também pode ser gerado pela queima de lixo (plástico e metal), e dessa forma GODOI *et al.* (2013)⁹⁰ sugerem que a queima irregular de lixo próximo às escolas analisadas pode ser a fonte de Cl. GODOI *et al.* (2004)⁸⁷

sugerem, em um estudo sobre a queima de cana de açúcar em Araraquara, que Cl e S podem ser gerados pela queima de biomassa. E especificamente para o S, outra possível fonte é a queima de combustível fóssil, e portanto veículos próximos às escolas, ao museu, à Vila Hauer e à região deste estudo podem ser a fonte do S enriquecido.

É importante notar que, no presente estudo as amostras analisadas obtiveram uma alta porcentagem de valores abaixo do limite de detecção para Cl e Se, sendo assim possível de se afirmar que tais elementos são gerados por uma fonte não contínua.

O Zn esteve enriquecido em todos os estudos exceto nas proximidades das indústrias de Cal, as quais apresentaram elementos enriquecidos específicos da sua operação, como o Ca, gerado na produção do cal. O Zn pode ser relacionado a vários geradores, mas está associado, principalmente, à fonte veicular^{15; 95}, e pela queima de óleo lubrificante juntamente com o Ca¹², sendo também associado a indústrias metalúrgicas, solo e queima de óleo¹⁵. Além disso, GODOI *et al.* (2006)⁹⁶ sugeriram que Zn, Cr, Ni e Fe podem ser gerados por escapamentos de automóveis, e Cr, Fe e Zn por freio de carro. LEE & HIEU (2011)¹⁴ associaram Zn, Mn e Ni com queima de óleo, e Zn, Pb, Cu, Cd, Cr, Mn e Ni com emissões de fontes veiculares.

O Cr esteve enriquecido em todos os estudos, e apesar de estar associado a fontes como produção de pigmentos¹² e processos industriais¹⁵, a emissão veicular é sugerida como sua possível fonte^{12; 84}. Da mesma forma, o Br que tem sido associado com fontes automotivas^{12 15}, esteve enriquecido em todas as regiões de estudo.

O V apresentou-se enriquecido somente neste estudo. KAVOURAS *et al.* (2001)¹⁵ associou o V a queima de óleo combustível e, portanto a emissões de combustível diesel. Tal fato pode ser devido às duas rodovias que estão nas proximidades da região de estudo.

Costuma-se associar o K à queima de biomassa⁴⁴ (principalmente queima de madeira^{15 87}, às vezes ao solo^{15 12}, e a fonte automotiva¹⁵. Considerando-se que no Brasil, uma grande porcentagem dos veículos utiliza etanol como combustível, essa é uma fonte importante para ser considerada para este elemento.

5.5 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

De acordo com a metodologia descrita anteriormente, e usando o programa SPSS 16.0, foi possível analisar-se estatisticamente os dados de massa, BC e concentração elementar, dos anos de 2008 a 2011, para posteriormente obter-se os resultados da análise de componentes principais.

A TABELA 10 apresenta o quanto de informação pode ser extraída de cada variável utilizada na PCA. Inicialmente, considera-se a existência de 100% de informações sobre o comportamento de cada variável, e após a geração das componentes principais é verificado o quanto de informação de cada variável contribuiu. Dessa forma, é possível fazer uma verificação de variáveis que talvez precisem ter uma análise estatística melhor. Para a PCA, aplicada no conjunto de dados deste estudo, todas as variáveis apresentaram altos valores de explicação, sendo o S o que menos contribuiu.

TABELA 10 - PORCENTAGEM DE EXPLICAÇÃO DA VARIÂNCIA DE CADA VARIÁVEL.

	Inicial	Extraído
Massa	1,000	0,822
BC	1,000	0,890
Si	1,000	0,824
S	1,000	0,679
K	1,000	0,772
Ca	1,000	0,846
Ti	1,000	0,843
Mn	1,000	0,859
Fe	1,000	0,838
Zn	1,000	0,868

A PCA permitiu a obtenção de dez componentes que explicaram a variação dos dados, porém somente as duas primeiras apresentaram autovalores maiores do que 1. Por isso, observou-se o efeito das próximas componentes sobre a variação das informações obtidas tanto com o gráfico de autovalores, gerado após a rotação VARIMAX (FIGURA 25), quanto pelos pesos da matriz rotacionada (TABELA 11). É possível observar na FIGURA 25 uma grande variação no valor do autovalor da componente 2 para a 3, já para as componentes 3 e 4 ocorreu uma pequena variação, e os autovalores das componentes seguintes ficarem aproximadamente constantes. Tal variação nos autovalores pode significar que as componentes 3 e 4 são significantes para o comportamento dos dados.

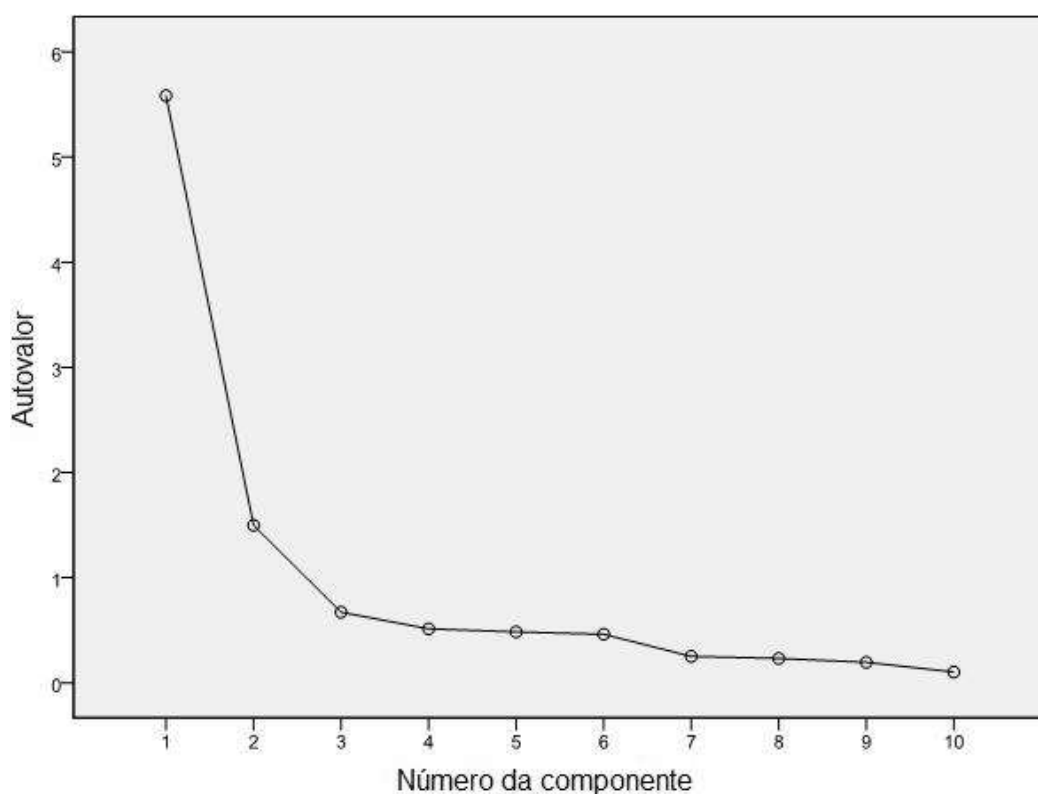


FIGURA 25- GRÁFICO DOS AUTOVALORES OBTIDOS PARA CADA COMPONENTE EXTRAÍDA.

De acordo com a metodologia descrita da PCA, a matriz de componentes principais rotacionada é usada para a análise final da determinação das fontes. A extração de 4 componentes apresentou melhores resultados no sentido da melhor diferenciação entre elas, além de uma explicação de aproximadamente 82% da variação

dos dados. A TABELA 11 apresenta os elementos utilizados na PCA, bem como os pesos para cada componente.

TABELA 11 - MATRIZ ROTACIONADA DAS COMPONENTES PRINCIPAIS.

Componentes Principais				
	1	2	3	4
Massa	0,830			
BC	0,909			
Si		0,849		
S	0,520	0,358	0,514	
K	0,663	0,365		0,346
Ca	0,405	0,786		
Ti	0,560	0,702		
Mn			0,332	0,832
Fe	0,746	0,424		
Zn			0,869	
% Variância	55,08	15,22	6,86	5,23
% Cumulativa	55,08	70,31	77,17	82,40

A primeira componente é explicada pelo BC e elementos Fe, S, K, Ti e Ca. Os altos pesos de BC, Fe e S sugerem que o maior contribuinte dessa fonte são as emissões automotivas, uma vez que o BC e o S têm sido associados à queima de diesel^{31 44}. Além disso, a geração de BC tem sido associada a veículos leves (que usam gasolina e etanol como combustível)⁴⁴. Pelo FE foi determinado que o Ca, Ti e K são gerados por fontes naturais, podendo ser associados ao solo, mas como apresentam pequenos pesos devem exercer pequena contribuição para essa componente.

A segunda componente apresenta altos pesos para Si, Ca, Ti e Fe, e pequenos pesos para S e K, indicando que é uma componente majoritária da fonte solo.

A terceira componente apresenta alto peso para Zn e pequenos pesos para S e Mn, sendo provavelmente proveniente de indústrias e pela formação de aerossóis secundários dado pela presença de S.

A quarta componente apresenta alto peso para Mn e pequeno peso para K. Sendo provavelmente gerada por alguma fonte industrial.

A partir dos resultados da PCA e seguindo a metodologia descrita anteriormente foi possível calcular a contribuição de cada fonte identificada para a massa de MP_{2,5}. A partir da aplicação da regressão linear múltipla entre a massa do MP_{2,5} e a matriz de fatores absolutos obteve-se os coeficientes apresentados na Equação 19, onde Fabs são os fatores absolutos de cada fonte extraída.

$$MP_{2,5} = 1,698 + 3,89F_{abs_{Veicular}} + 1,105F_{abs_{Solo}} + 1,321F_{abs_{Industrial}} + 0,02F_{abs_{Mn}} \quad 9)$$

Multiplicando-se o valor do fator absoluto de cada fonte por seu respectivo coeficiente obtido na Equação 14 obteve-se a massa de MP_{2,5} relativa em cada amostra da base de dados, e subsequentemente obteve-se a porcentagem média de MP_{2,5} para cada fonte. O valor constante da equação significa a parte da massa de MP_{2,5} que não pode ser explicada pelas quatro componentes. A TABELA 12 apresenta os resultados obtidos em porcentagem e concentração.

TABELA 12 - ESTIMATIVA DA CONTRIBUIÇÃO DE CADA FONTE PARA A MASSA FINA DE MP.

	%	µg m ⁻³
Massa Medida	-	9,457
Massa Ajustada	100,00	9,475
Veicular	60,53	5,735
Solo	9,57	0,907
Industrial	11,96	1,133
Mn	0,03	0,003
Não Explicado	17,92	1,698

A fonte veicular apresentou uma contribuição de aproximadamente 60%, o solo contribuiu aproximadamente 10%, a fonte industrial contribui aproximadamente 12% e a fonte de manganês possui uma contribuição pequena com 0,03%.

No Brasil, como em países desenvolvidos, as emissões veiculares têm sido admitidas como a componente de maior contribuição para a poluição atmosférica urbana⁴⁴. Em um estudo realizado com o objetivo de determinar as fontes do $MP_{2,5}$ em seis cidades brasileiras, incluindo Curitiba, de Junho de 2007 a Julho de 2008, utilizou-se a metodologia da APCA⁴⁴. Em São Paulo, foi encontrado que a fonte solo explicou 13% da massa, emissões industriais explicaram também 13% e emissões veiculares contaram com 40%. Já no Rio de Janeiro, 51% da massa foi explicada pela fonte veicular, 13% pela formação de aerossóis secundários, 5% por metais (indústrias), e 14% por solo. As duas cidades apresentam características bem similares às encontradas em Curitiba neste estudo. Já as cidades de Belo Horizonte e Recife têm uma contribuição mais diferenciada por 44% de emissões de solo na primeira, possivelmente pela atividade econômica do estado que é a mineração, e na segunda, pela influência do sal marinho que contribui com 24% para a massa. A cidade de Porto Alegre não apresentou uma distinção da fonte veicular com o solo, sendo que essa componente contribuiu 35% para a massa, emissões de óleo residual contribuíram com 3% para a massa, a terceira componente foi associada com a formação de aerossóis secundários explicando 30% da massa. Para a cidade de Curitiba analisada por Andrade *et al.* (2012), foram obtidas quatro componentes, da mesma forma que em Porto Alegre, as emissões de solo estavam associadas às emissões veiculares explicando 40% da massa, emissões residuais explicaram 3% da massa, outras emissões veiculares explicaram 15% da massa e por fim emissões industriais explicaram 13% da massa.

É importante notar que a principal diferença do estudo citado acima para o presente estudo, é a viabilidade em fazer uma separação melhor da fonte veicular com a fonte solo. As contribuições industriais permaneceram praticamente as mesmas, aproximadamente 13%. A parte da massa não explicada diminuiu de 29% para 18%, provavelmente devido à separação do solo com a fonte veicular.

A FIGURA 26 é um gráfico das concentrações de $MP_{2,5}$ medidas neste estudo pelas concentrações de $MP_{2,5}$ ajustadas pela APCA pela soma das contribuições de cada componente mais o valor constante. O gráfico mostra que a regressão linear múltipla utilizada para obter a contribuição de cada componente para a massa de $MP_{2,5}$ está ajustada com um coeficiente de correlação de 82,2%.

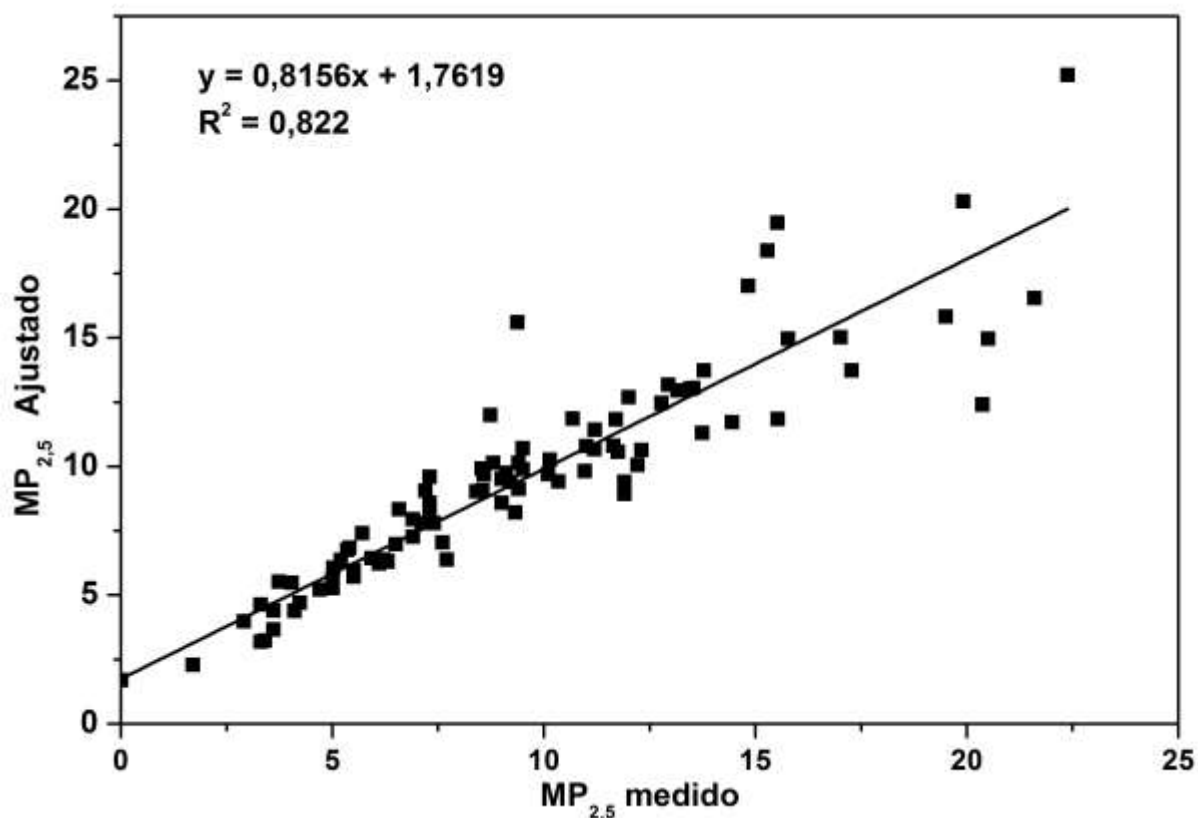


FIGURA 26 - GRÁFICO DAS CONCENTRAÇÕES DE $MP_{2,5}$ MEDIDO PELA MASSA AJUSTADA PELO MÉTODO DA APCA.

5.6 AVALIAÇÃO DE RISCOS À SAÚDE

5.5.1 Risco Relativo (RR)

Aplicando-se o método dos mínimos quadrados entre os dados de $MP_{2,5}$ obtidos neste estudo e os dados da estação automática de MP_{10} Ouvidor Pardinho de 2010 a 2014 obteve-se a Equação 20. A partir de tal equação, os dias da série de dados de $MP_{2,5}$ que não possuíam dados válidos foram preenchidos com dados gerados. Dessa forma, foram utilizadas duas séries de dados para o $MP_{2,5}$ no cálculo do risco relativo, a

série de dados originais com um número de 500 amostras válidas, e a série de dados gerados com um número de 1820 amostras válidas.

$$MP_{2,5} = 0,26 * MP_{10} + 5,45$$

Equação (20)

Após a obtenção do banco de dados para aplicação da análise de regressão foram feitas análises descritivas para as variáveis estudadas. A TABELA 13 apresenta os resultados da estatística descritiva (mínimo, mediana, média, máximo e número de dados válidos) para os valores diários de cada variável.

TABELA 13 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA PARA AS INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS (IC), INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS (IR), DADOS DE $MP_{2,5}$ ORIGINAIS E GERADOS, E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS.

	IC	IR	$MP_{2,5}$ Original	$MP_{2,5}$ Gerado	Temperatura	UR
Mínimo	0	0	0,98	0,98	3,3	42
Mediana	30	25	7,6	8,7	18	82
Média	30	24	9,5	9,8	19	81
Máximo	90	92	54	54	27	99
N	1820	1820	500	1820	1820	1820

Para verificar de forma inicial a relação entre as variáveis foi gerada uma matriz de correlação de Person apresentada na TABELA 14. Para cada correlação foi aplicado um teste de hipótese *t* de *Student* para confirmar a correlação a um nível de confiança estatístico. Todas as variáveis apresentaram correlação estatisticamente significativa a um nível de 95%. Observou-se que ambas as séries de dados de $MP_{2,5}$ apresentaram correlação positiva com o número de internações tanto circulatórias, quanto respiratórias, dando uma primeira evidência o efeito da poluição advinda do $MP_{2,5}$ na saúde humana. Já entre as internações e as variáveis meteorológicas observou-se uma correlação negativa, ou seja em dias mais frios e secos, o número de internações aumenta em relação aos dias mais quentes e úmidos, tal tendência também foi observada em outros estudos^{73; 75; 76}, porém o inverso também já foi observado^{75; 76}. As concentrações de $MP_{2,5}$ possuem uma correlação positiva com a temperatura e negativa com a umidade relativa, ou seja, quanto mais quente e seco maior é a concentração do $MP_{2,5}$.

TABELA 14 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS (IC), INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS (IR), DADOS DE MP_{2,5} ORIGINAIS E GERADOS, E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS.

	IC	IR	MP _{2,5} Gerado	MP _{2,5} Original	Temperatura	UR
IC	1					
IR	0,64	1				
MP _{2,5} Gerado	0,097	0,16	1			
MP _{2,5} Original	0,069	0,12	1	1		
Temperatura	-0,041	-0,021	0,024	0,23	1	
Umidade	-0,052	-0,022	-0,31	-0,27	-0,22	1

Após esta etapa foram gerados os modelos para as duas séries de dados de MP_{2,5}, dados originais e gerados, com a aplicação dos MLG com distribuição de Poisson e Binomial Negativa. Ao aplicar-se os modelos, são gerados simultaneamente os valores do critério AIC para cada um. A TABELA 15 apresenta os valores de AIC para os modelos obtidos para internações respiratórias (IR) e circulatórias (IC). Os menores valores de AIC, que representam os modelos melhor ajustados à série de dados, foram obtidos para a distribuição Binomial Negativa. Além disso, a série de dados originais de MP_{2,5} apresentou melhor ajuste ao modelo em relação à série de dados gerada. Fato também observado por AGUIAR (2015)⁷⁶.

TABELA 15 - VALORES DO CRITÉRIO AIC PARA OS MODELOS TESTADOS DAS INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS (IR) E POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS (IC).

		AIC IR	AIC IC
Dados Gerados	Poisson	13417	13622
	Binomial Negativa	12525	12829
Dados Originais	Poisson	3607	3760
	Binomial Negativa	3463	3597

Outro meio de confirmar o modelo que melhor se ajusta ao banco de dados é pelo gráfico de probabilidade semi-normal, onde são apresentados a distribuição dos dados nos quartis, um intervalo de confiança para o ajuste dos dados obtidos pela previsão do modelo (chamado de envelope), e os dados obtidos pelo modelo. As FIGURAS 27 a 30 apresentam os gráficos de probabilidade semi-normal gerados para os modelos Poisson e Binomial Negativa ajustados ao banco de dados.

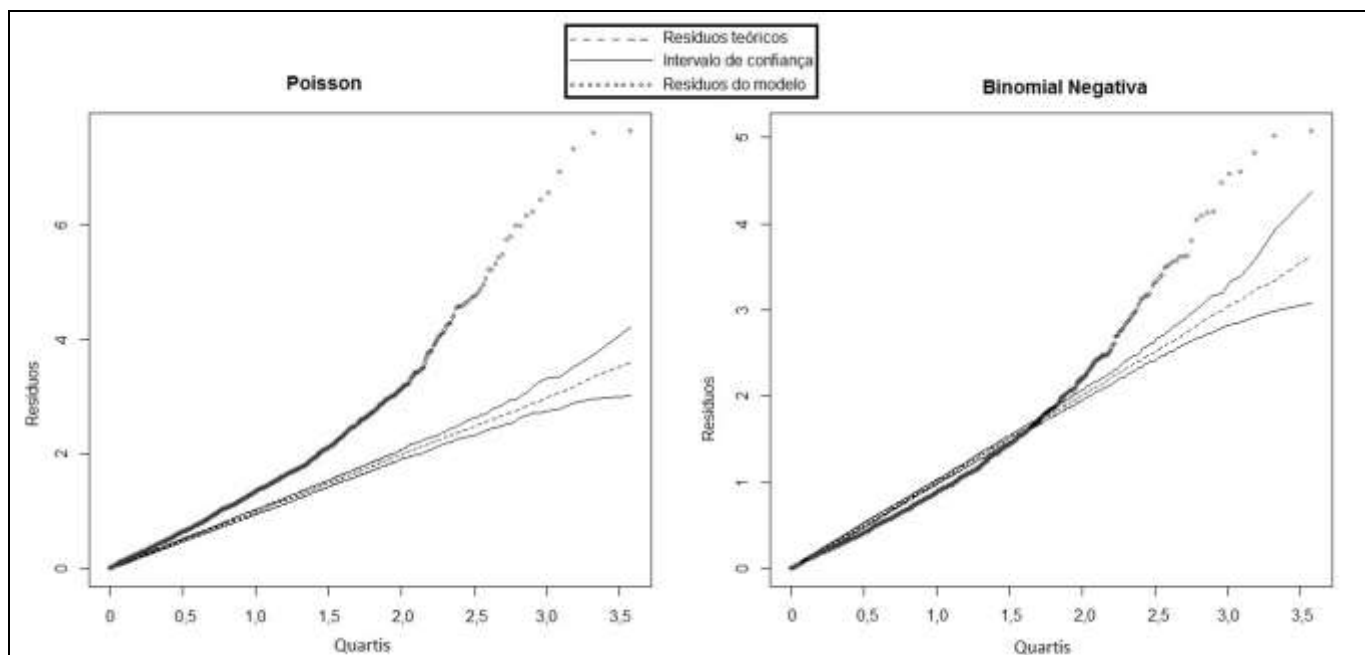


FIGURA 27 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM AS DISTRIBUIÇÕES DE POISSON E BINOMIAL NEGATIVA

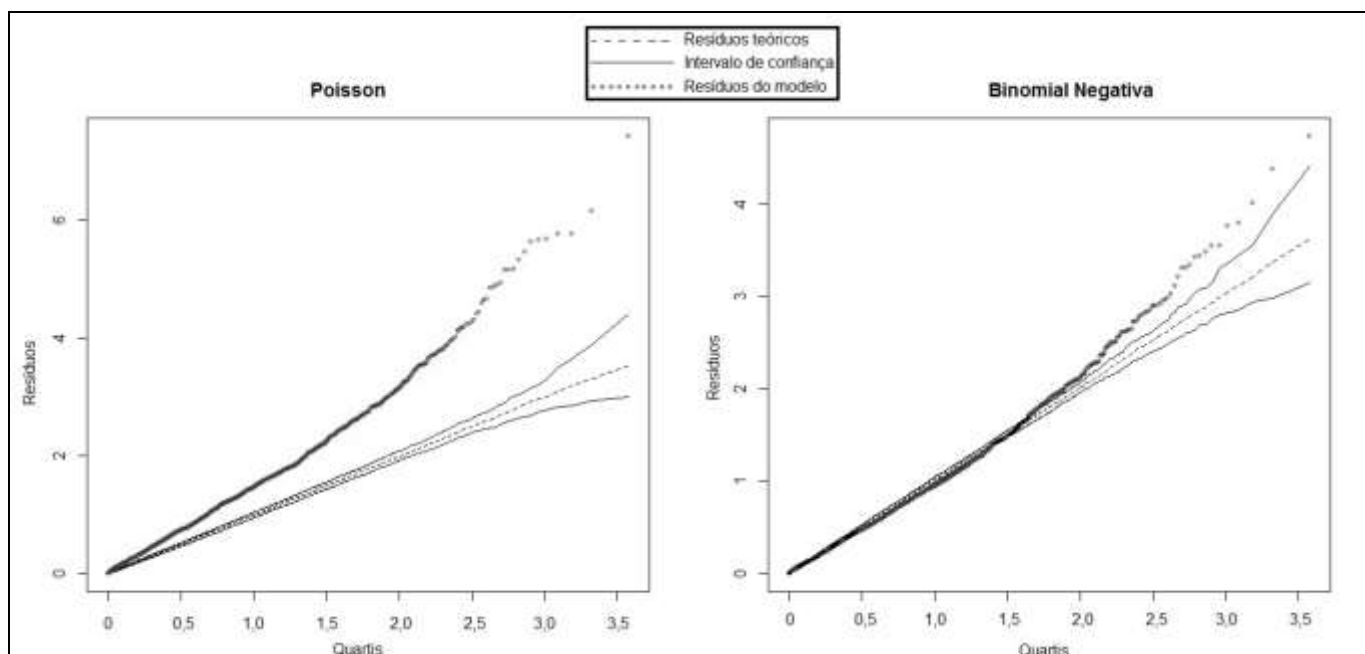


FIGURA 28 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM AS DISTRIBUIÇÕES DE POISSON E BINOMIAL NEGATIVA.

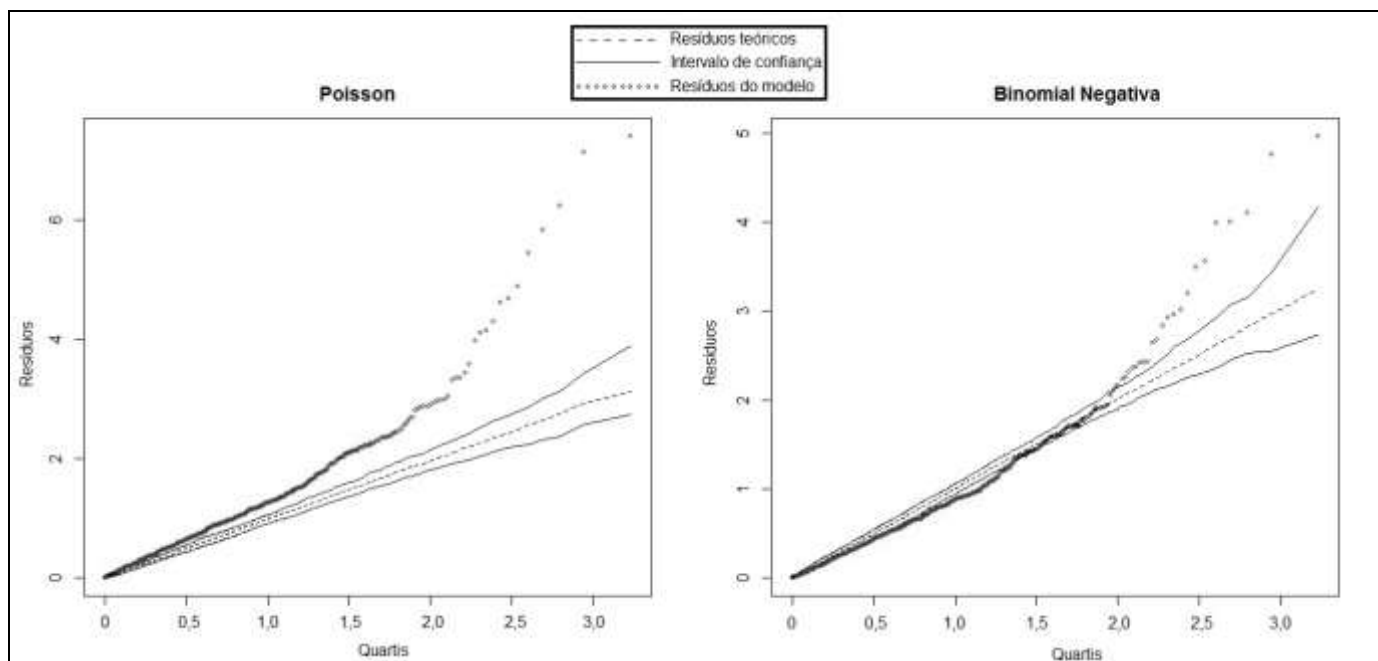


FIGURA 29 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS ORIGINAIS DE $MP_{2,5}$ E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM AS DISTRIBUIÇÕES DE POISSON E BINOMIAL NEGATIVA.

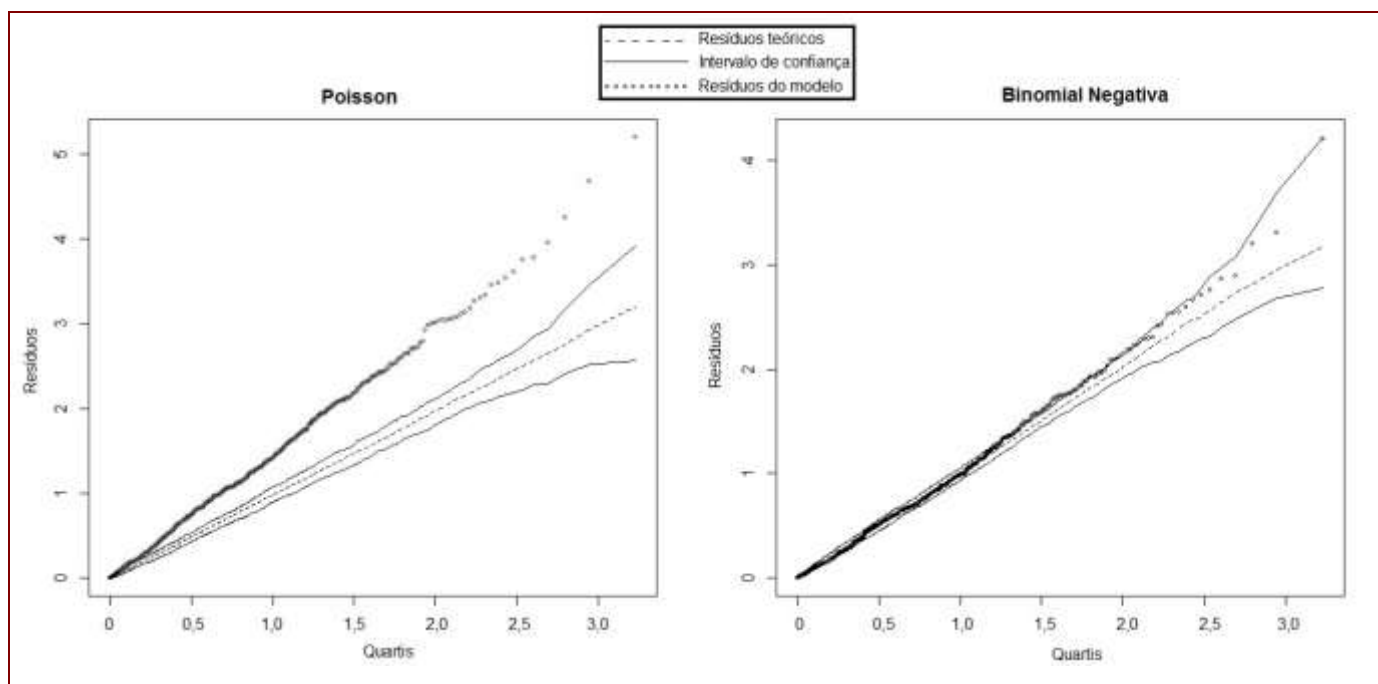


FIGURA 30 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS ORIGINAIS DE $MP_{2,5}$ E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM AS DISTRIBUIÇÕES DE POISSON E BINOMIAL NEGATIVA.

Os gráficos de probabilidade semi-normal confirmam os resultados obtidos pelo critério AIC, onde a distribuição Binomial Negativa apresentou um ajuste muito mais próximo ao valor real em relação à distribuição de Poisson. Tal efeito também foi observado em um estudo que avaliou a associação do MP₁₀ com internações em São Paulo⁷⁶. O modelo de regressão Binomial Negativa contém um parâmetro de distribuição que corrige a variabilidade dos dados, que ocorre em amostras ambientais⁹⁷. Observa-se também pelos gráficos de probabilidade semi-normal, o melhor ajuste dos dados de MP_{2,5} originais em relação aos dados gerados, sendo que o MLG com regressão Binomial Negativa para o MP_{2,5} original e internações por doenças respiratórias se ajustou quase totalmente ao envelope.

Em seguida, verificou-se os efeitos de autocorrelação entre os resíduos gerados pela aplicação dos modelos através do gráfico da função de autocorrelação parcial. As FIGURAS 31 a 34 apresentam os gráficos da função de autocorrelação parcial (FAC parcial) sem e com correção da auto correlação pela inserção dos resíduos no MLG. Entre as linhas tracejadas não existe correlação entre um resíduo e o resíduo subsequente com um intervalo de confiança de 95%. Os cinco primeiros dias são considerados importantes na avaliação da autocorrelação em estudos epidemiológicos⁷³. Dessa forma é de extrema importância que os 5 primeiros resíduos tenham valores de FAC parcial entre as linhas tracejadas.

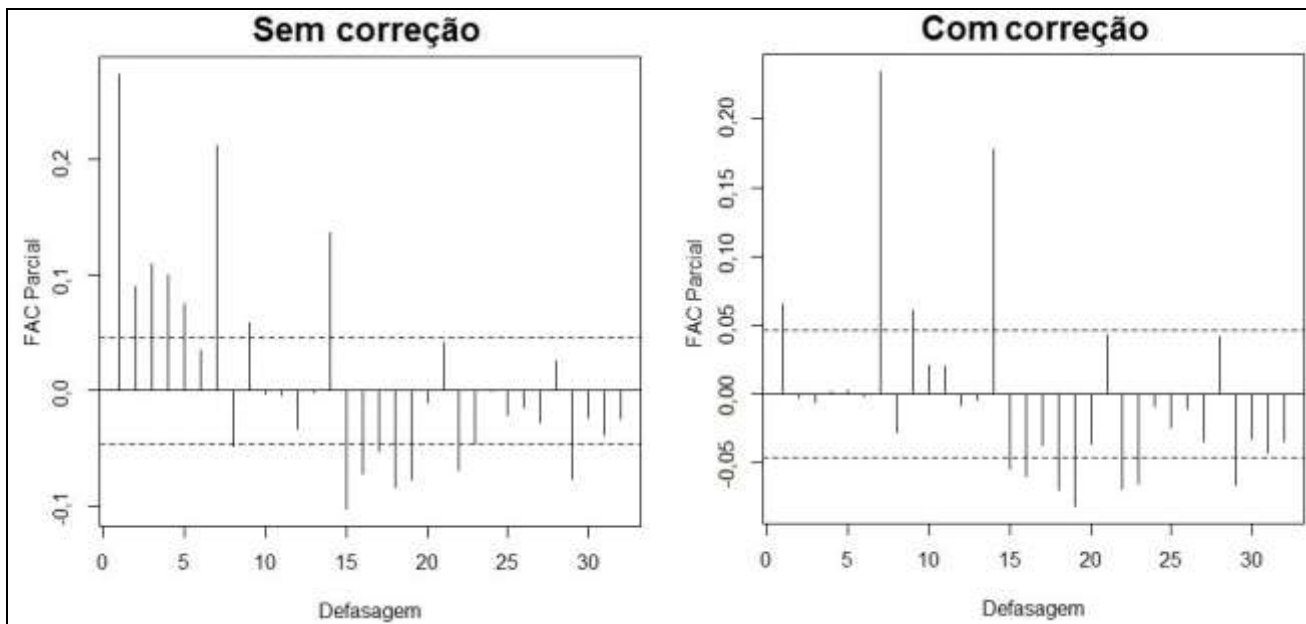


FIGURA 31 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS CIRCULATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASAGEM PARA DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ SEM CORREÇÃO E COM CORREÇÃO.

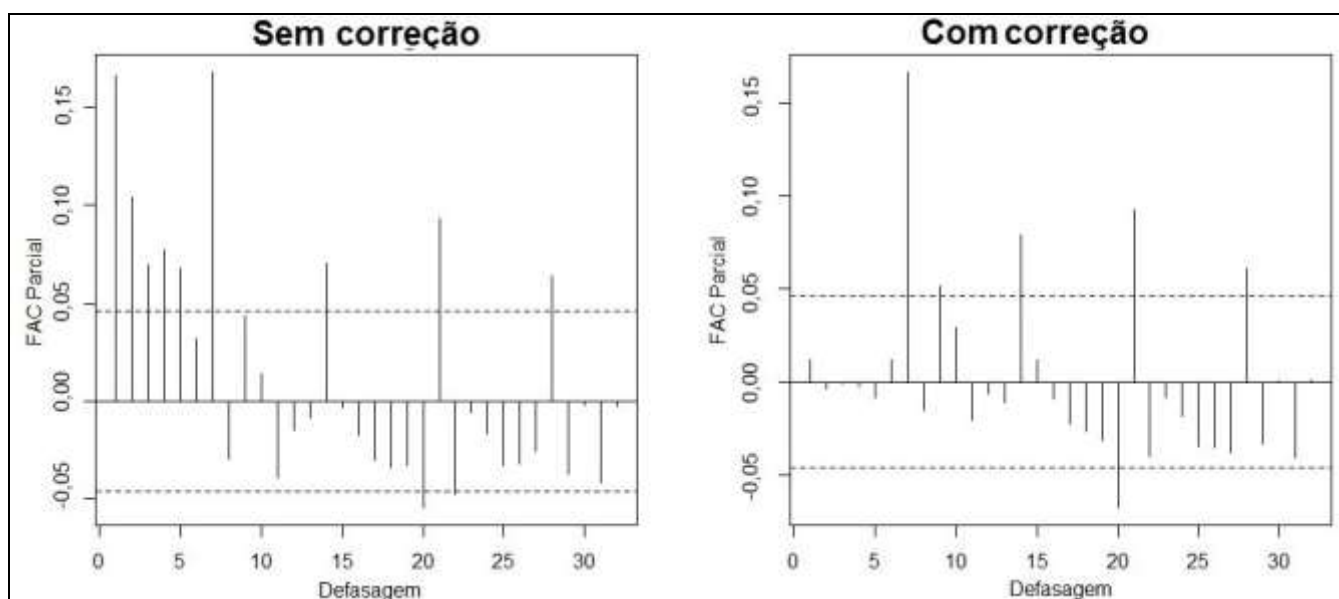


FIGURA 32 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASAGEM PARA DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ SEM CORREÇÃO E COM CORREÇÃO.

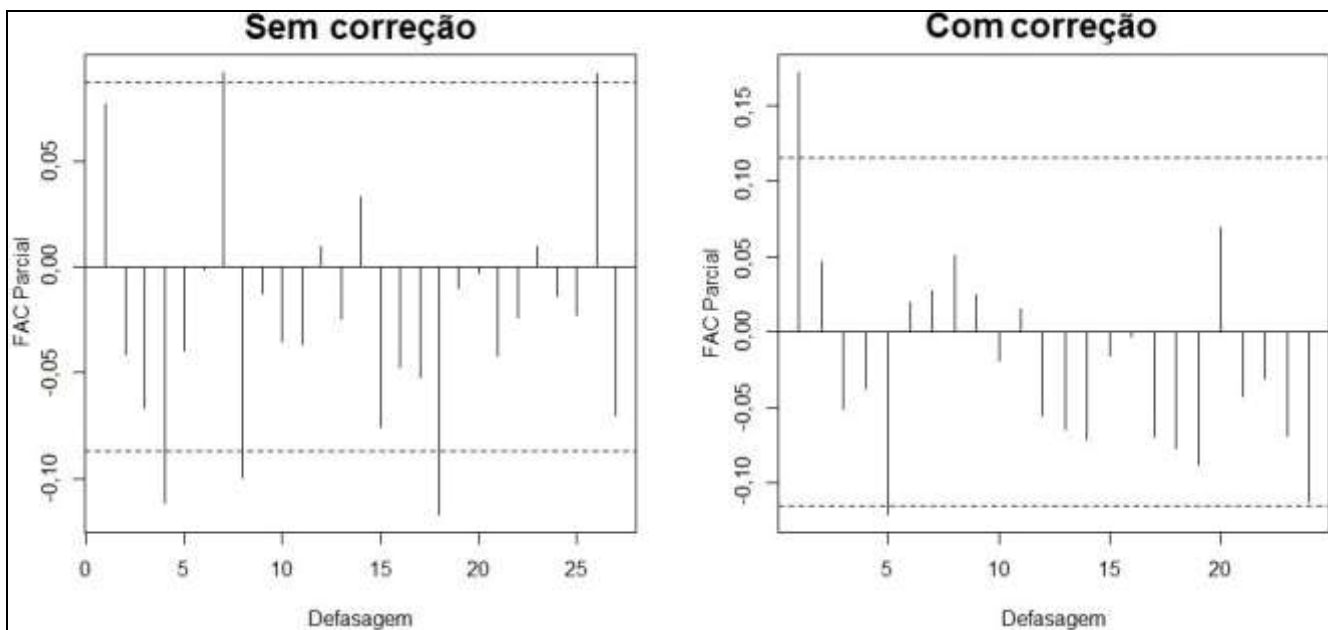


FIGURA 33 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS CIRCULATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASAGEM PARA DADOS ORIGINAIS DE $MP_{2,5}$ SEM CORREÇÃO E COM CORREÇÃO.

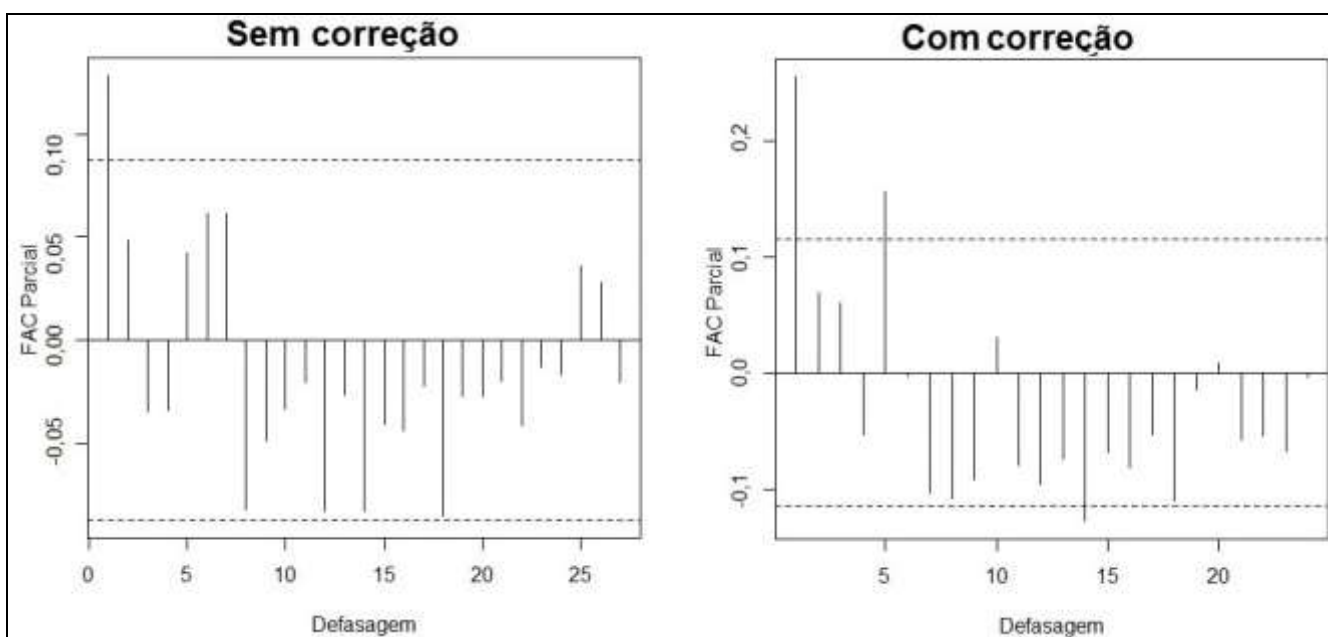


FIGURA 34 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASAGEM PARA DADOS ORIGINAIS DE $MP_{2,5}$ SEM CORREÇÃO E COM CORREÇÃO.

Devido a necessidade de haver 2 anos completos de dados para aplicação da avaliação epidemiológica, utilizou-se os dados gerados de $MP_{2,5}$ para a obtenção do risco relativo, apesar de haver um melhor ajuste do MLG com a distribuição Binomial Negativa para os dados de $MP_{2,5}$ originais.

A TABELA 16 apresenta os valores do critério AIC para avaliação do ajuste do MLG com distribuição Binomial Negativa para diferença (lag) entre o dia de exposição e o dia de internação. Avaliou-se os lag de 0 a 7 dias sem correção dos resíduos e com a correção dos resíduos. Para o lag de 1 a 5 não foi possível ser feita a correção dos resíduos.

O melhor ajuste foi obtido tanto para as internações por doenças circulatórias (IC) quanto respiratórias (IR), no lag 6 com a correção dos resíduos pelo menor valor do AIC, significando que existe uma maior relação das internações de um dia com a concentração de MP_{2,5} de 6 dias antes. Também foram gerados os gráficos de probabilidade semi-normal e da Função de Auto correlação dos resíduos para cada lag, os gráficos estão apresentados no Apêndice B.

Dessa forma, obteve-se os valores do coeficientes Beta para as internações por doenças circulatórias (Beta IC) e por doenças respiratórias (Beta IR) na aplicação do MLG com a distribuição Binomial Negativa para 6 dias de defasagem.

TABELA 16 - VALORES DO CRITÉRIO AIC PARA OS DIAS DE DEFASAGEM DE 0 A 7 COM A APLICAÇÃO DO MLG COM A DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL NEGATIVA PARA AS INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS (IR) E POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS (IC), E VALORES DO COEFICIENTE BETA.

	AIC IR	AIC IC	Beta IR	Beta IC
Lag 0	12525	12829		
Lag 0 com resíduos	12414	12647		
Lag 1	12518	12822		
Lag 2	12515	12817		
Lag 3	12511	12812		
Lag 4	12502	12805		
Lag 5	12497	12799		
Lag 6	12492	12792		
Lag 6 com resíduos	12371	12588	0,00179	0,0002502
Lag 7	12485	12786		
Lag 7 com resíduos	12381	12656		

Aplicando-se as Equações de 9 a 13 obteve-se o RR diário de 2010 a 2014, o número de internações devido a exposição ao MP e os custos monetários do SUS com as internações devido a exposição ao MP (TABELA 17). Para o cálculo do custo das internações utilizou-se o valor médio de R\$1 593,30 por internação relativo a média dos custos de 2010 a 2013 obtido no site do Datasus⁸⁰.

TABELA 17 - NÚMERO DE INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS (DC) E POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS (DR) NA CIDADE DE CURITIBA DE 2010 A 2014 TOTAIS E REFERENTES A EXPOSIÇÃO AO MP_{2,5}, E CUSTO MONETÁRIO DO SUS PELAS INTERNAÇÕES DEVIDO A EXPOSIÇÃO AO POLUENTE.

	DC	DR	Total
Internações totais	54 542	44 131	98 673
Internações MP_{2,5}	133	768	901
Custo internações SUS MP_{2,5} (R\$)	212 544,70	1 223 435,87	1 435 980,57

5.6.2 Risco devido a concentração elementar

Os resultados obtidos da avaliação de riscos dos elementos presentes no MP_{2,5} estão apresentados nas tabelas a seguir. A TABELA 18 apresenta os valores do quociente de risco HQ de efeitos não carcinogênicos calculado com a aplicação das Equações 7a e 7b . A TABELA 19 apresenta a probabilidade de riscos carcinogênicos obtidos com as Equações 8a e 8b. Ambas tabelas apresentam os valores obtidos para cada ano, e a média para o período todo.

TABELA 18 - RISCO NÃO CARCINOGENICO OBTIDO PARA CADA ANO.

Elemento	2008-2015	2008	2009	2010	2011	2014	2015
Bromo	-	-	-	-	-	-	-
Cloro	0,023	0,095	0,079	0,058	0,007	0,00	0,003
Crômio (VI)	0,012	0,0029	0,0021	0,0076	0,0024	0,015	0,013
Crômio Total	-	-	-	-	-	-	-
Cobre	-	-	-	-	-	-	-
Ferro	-	-	-	-	-	-	-
Chumbo e seus compostos	-	-	-	-	-	-	-
Manganês	0,100	0,098	0,038	0,027	0,017	0,14	0,13
Níquel	0,055	0,062	0,021	0,014	0,014	0,069	0,069
Potássio	-	-	-	-	-	-	-
Enxofre	-	-	-	-	-	-	-
Vanádio	-	-	-	-	-	-	-
Zinco e seus compostos	-	-	-	-	-	-	-
Risco Total	0,21	0,26	0,14	0,11	0,041	0,26	0,24

Foram obtidos valores de HQ para Cl, Cr (VI), Mn, e Ni, porém, por estarem abaixo de 1 em todos os anos, há um indicativo de que o risco é insignificante de ocorrerem efeitos não carcinogênicos à saúde. Todavia, observando-se cuidadosamente o valor somado por todos os elementos nota-se que tal valor está muito próximo ao limite estabelecido do risco, por tanto, ainda é uma preocupação. Tais resultados encontram-se abaixo de valores encontrados na literatura por HU *et al.* (2012)⁶⁶ e TANER *et al.* (2013)⁹⁸.

Para o risco carcinogênico foram encontrados valores de probabilidade de risco CR sem significância para Pb e Ni, enquanto para o Cr(VI) foram encontrados, em todos os anos, riscos em valores significantes porém, aceitáveis, como pode ser observado na TABELA 19. No estudo de HU *et al.* (2012)⁶⁶, os valores de risco carcinogênico estiveram bem próximos aos encontrados neste estudo, enquanto que TANER *et al.* (2013)⁹⁸ encontraram riscos carcinogênicos dez vezes maiores.

TABELA 19 - RISCO CARCINOGENICO OBTIDO ANUALMENTE E PARA TODOS OS ANOS.

Elemento	2008-2015	2008	2009	2010	2011	2014	2015
	10⁻⁵	10⁻⁵	10⁻⁵	10⁻⁵	10⁻⁵	10⁻⁵	10⁻⁵
Bromo	-	-	-	-	-		
Cloro	-	-	-	-	-		
Crômio (VI)	9,9	2,5	1,8	6,5	2,1	13,2	10,7
Crômio Total	-	-	-	-	-		
Cobre	-	-	-	-	-		
Ferro	-	-	-	-	-		
Chumbo e seus compostos	0,109	0,0040	0,0023	0,0042	0,0023	0,14	0,12
Manganês	-	-	-	-	-		
Níquel	0,0099	0,011	0,0037	0,0025	0,0025	0,012	0,012
Potássio	-	-	-	-	-		
Selênio	-	-	-	-	-		
Enxofre	-	-	-	-	-		
Vanádio	-	-	-	-	-		
Zinco e seus compostos	-	-	-	-	-		
Risco Total	10	2,5	1,8	6,5	2,1	13	11

Considerando-se que, Cr (VI) e Pb são majoritariamente gerados por fontes veiculares^{96 14; 84}, e pelos resultados obtidos pela APCA da contribuição veicular para a

massa de $MP_{2,5}$, provavelmente tal fonte de poluição é responsável pelos riscos à saúde obtidos para a população da cidade de Curitiba.

6 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo apontam para o fato que duas rodovias têm uma significativa contribuição na composição do $MP_{2,5}$, e podem portanto ser consideradas como a fonte de maior poluição local.

Determinou-se a concentração média diária de $MP_{2,5}$ para 829 amostras, sendo 75 dias em 2008, 75 dias em 2009, 209 dias em 2010, 156 dias em 2011, 68 dias em 2012, 73 dias em 2014 e 173 dias em 2015. Apesar da maior parte dos dados de massa diários estarem abaixo da diretriz de qualidade do ar da WHO, observou-se alguns dias de máximos de poluição, nos quais as médias diárias ultrapassaram os limites da diretriz da WHO.

A fração de BrC presente no BC obtida com o equipamento de amostragem automático AE33 foi na média de $7,6\% \pm 10\%$ e $8,4\% \pm 9\%$ para os tamanhos de $2,5 \mu m$ e partículas totais respectivamente.

Verificou-se que a região de estudo esta submetida a consideráveis atividades antropogênicas, apesar de ser uma área residencial. A partir das concentrações elementais, observou-se que todos os elementos analisados encontram-se enriquecidos (Se, S, Br, Pb, Zn, Cu, Cl, Cr, Ni, K, V, Mn, Fe), com exceção dos elementos de solo (Si, Mg, Al, Ti, Ca). Além disso, tais elementos provenientes de fontes antropogênicas são, na maioria, gerados por fontes automotivas. Fato este confirmado pela análise de componentes principais.

Identificou-se quatro fontes, que explicaram 82% da variação da massa de $MP_{2,5}$, automotiva, solo, industrial e aerossóis secundários, e uma fonte de Mn. Após aplicação da regressão linear das componentes principais com a massa, encontrou-se a contribuição de 60% para as emissões veiculares, aproximadamente 10% para a fonte solo, 12% para indústrias e aerossóis secundários e por fim, 0,03% para a fonte de Mn.

Os resultados do risco relativo indicaram uma relação entre a concentração do $MP_{2,5}$ e o número de internações por doenças circulatórias e respiratórias em Curitiba. Houve um melhor ajuste do banco de dados ao MLG com a regressão Binomial Negativa em relação a regressão de Poisson e com uma diferença de 6 dias entre os dados de $MP_{2,5}$ e de internações. Relacionou-se de 2010 a 2014 um total de 133 e 768

internações ocasionando um custo de R\$ 212 544 e R\$ 1 223 435 em virtude de problemas circulatórios e respiratórios respectivamente, com um total de aproximadamente R\$ 287 196 por ano.

Os resultados obtidos pela avaliação de riscos à saúde revelaram que há um risco não carcinogênico gerado pelos elementos Cl, Mn, Ni, e Cr(VI), porém tal risco não é significativo por estar abaixo do limite estabelecido pela USEPA.

Para os efeitos carcinogênicos, obteve-se um risco aceitável gerado pelo Cr(VI), Pb e Ni. Apesar do risco estar em um nível aceitável, segundo a USEPA, significa que aproximadamente uma pessoa para cada 10.000 desenvolverá uma doença carcinogênica.

Considerando-se os efeitos deletérios à saúde humana, uma sugestão possível para minimizar os efeitos da poluição atmosférica é a redução de emissões veiculares, e o encorajamento do uso de combustíveis limpos, através do investimento em transporte público e geração de energia limpa.

7 REFERÊNCIAS

- 1 WHO. Air Pollution. **World Health Organization**, v. Health Topic, 2015. Disponível em: < http://www.who.int/topics/air_pollution/en/. >.
- 2 DAVIDSON, C. I.; PHALEN, R. F.; SOLOMON, P. A. Airborne particulate matter and human health: A review. **Aerosol Science and Technology**, v. 39, n. 8, p. 737-749, Aug 2005. ISSN 0278-6826.
- 3 WU, C. F. et al. Investigating the association of cardiovascular effects with personal exposure to particle components and sources. **Science of the Total Environment**, v. 431, p. 176-182, Aug 2012. ISSN 0048-9697.
- 4 LANGRISH, J. P. et al. Reducing Personal Exposure to Particulate Air Pollution Improves Cardiovascular Health in Patients with Coronary Heart Disease. **Environmental Health Perspectives**, v. 120, n. 3, p. 367-372, Mar 2012. ISSN 0091-6765.
- 5 CAO, J. J. et al. Fine Particulate Matter Constituents and Cardiopulmonary Mortality in a Heavily Polluted Chinese City. **Environmental Health Perspectives**, v. 120, n. 3, p. 373-378, Mar 2012. ISSN 0091-6765.
- 6 SORENSEN, M. et al. Long-Term Exposure to Traffic-Related Air Pollution Associated with Blood Pressure and Self-Reported Hypertension in a Danish Cohort. **Environmental Health Perspectives**, v. 120, n. 3, p. 418-424, Mar 2012. ISSN 0091-6765.
- 7 CANOVA, C. et al. PM10-induced Hospital Admissions for Asthma and Chronic Obstructive Pulmonary Disease The Modifying Effect of Individual Characteristics. **Epidemiology**, v. 23, n. 4, p. 607-615, Jul 2012. ISSN 1044-3983.
- 8 POPE, C. A.; EZZATI, M.; DOCKERY, D. W. Fine-Particulate Air Pollution and Life Expectancy in the United States. **New England Journal of Medicine**, v. 360, n. 4, p. 376-386, Jan 2009. ISSN 0028-4793.
- 9 NASCIMENTO, L. F. C. et al. Environmental pollutants and stroke-related hospital admissions. **Cadernos De Saude Publica**, v. 28, n. 7, p. 1319-1324, Jul 2012. ISSN 0102-311X.
- 10 PULS, C.; LIMBECK, A.; HANN, S. Bioaccessibility of palladium and platinum in urban aerosol particulates. **Atmospheric Environment**, v. 55, p. 213-219, Aug 2012. ISSN 1352-2310.

- 11 ZEREINI, F.; WISEMAN, C. L. S.; PUTTMANN, W. In Vitro Investigations of Platinum, Palladium, and Rhodium Mobility in Urban Airborne Particulate Matter (PM₁₀, PM_{2.5}, and PM₁) Using Simulated Lung Fluids. **Environmental Science & Technology**, v. 46, n. 18, p. 10326-10333, Sep 2012. ISSN 0013-936X.
- 12 VIANA, M. et al. Source apportionment of particulate matter in Europe: A review of methods and results. **Journal of Aerosol Science**, v. 39, n. 10, p. 827-849, Oct 2008. ISSN 0021-8502.
- 13 TANNER, P. A.; MA, H. L.; YU, P. K. N. Fingerprinting metals in urban street dust of Beijing, Shanghai, and Hong Kong. **Environmental Science & Technology**, v. 42, n. 19, p. 7111-7117, Oct 2008. ISSN 0013-936X.
- 14 LEE, B. K.; HIEU, N. T. Seasonal Variation and Sources of Heavy Metals in Atmospheric Aerosols in a Residential Area of Ulsan, Korea. **Aerosol and Air Quality Research**, v. 11, n. 6, p. 679-688, Nov 2011. ISSN 1680-8584.
- 15 KAVOURAS, I. G. et al. Source apportionment of PM₁₀ and PM_{2.5} in five Chilean cities using factor analysis. **Journal of the Air & Waste Management Association**, v. 51, n. 3, p. 451-464, Mar 2001. ISSN 1047-3289.
- 16 STRANGER, M.; POTGIETER-VERMAAK, S. S.; VAN GRIEKEN, R. Particulate matter and gaseous pollutants in residences in Antwerp, Belgium. **Science of the Total Environment**, v. 407, n. 3, p. 1182-1192, Jan 2009. ISSN 0048-9697.
- 17 EPA(A). Particulate Matter (PM). 2013. Disponível em: < <http://www.epa.gov/pm/> >. Acesso em: 12/06/2013.
- 18 WHO. **Guidelines for indoor air quality: selected pollutants**. Copenhagen World Health Organization 2010.
- 19 EPA. APTI 435 Atmospheric Sampling Course. In: (Ed.): Environmental Protection Agency, 2008. cap. Chapter 4: Particulate Matter Sampling,
- 20 ANDERSON, J.; THUNDIYIL, J.; STOLBACH, A. Clearing the Air: A Review of the Effects of Particulate Matter Air Pollution on Human Health. **Journal of Medical Toxicology**, v. 8, n. 2, p. 166-175, 2012/06/01 2012. ISSN 1556-9039.
- 21 NIU, J. J. et al. Concentration Distribution and Bioaccessibility of Trace Elements in Nano and Fine Urban Airborne Particulate Matter: Influence of Particle Size. **Water Air and Soil Pollution**, v. 213, n. 1-4, p. 211-225, Nov 2010. ISSN 0049-6979.
- 22 EPA(C). Air Pollution Emissions Overview. 2011. Disponível em: < <http://www.epa.gov/airquality/emissions.html> >. Acesso em: 10/06/2013.

- 23 ANDRADE, M. F.; ORSINI, C.; MAENHAUT, W. Receptor Modeling for Inhalable atmospheric particles in São Paulo, Brazil. **Nuclear Instruments & Methods in Physics Research. Section B. Beam Interactions with Materials and Atoms, Holanda.,** v. B75, p. 308-311, 1993.
- 24 ANDRADE, F.; ORSINI, C.; MAENHAUT, W. RELATION BETWEEN AEROSOL SOURCES AND METEOROLOGICAL PARAMETERS FOR INHALABLE ATMOSPHERIC PARTICLES IN SAO-PAULO CITY, BRAZIL. **Atmospheric Environment,** v. 28, n. 14, p. 2307-2315, Aug 1994. ISSN 1352-2310.
- 25 CASTANHO, A. D. A.; ARTAXO, P. São Paulo Aerosol Source Apportionment for Wintertime and Summertime. **Atmospheric Environment Part a-General Topics,** v. 35, p. 4889-4902, 2001.
- 26 CCOYLLO, O. R. S.; ANDRADE, M. F. The influence of meteorological conditions on the behavior of pollution concentration in São Paulo, Brazil. **Environmental Pollution (Barking), Inglaterra,,** v. 116, p. 257-263, 2002.
- 27 EPA. **Report to Congress on Black Carbon.** United States Environmental Protection Agency. 2012
- 28 ANDREAE, M. O.; GELENCSE, A. Black carbon or brown carbon? The nature of light-absorbing carbonaceous aerosols. **Atmospheric Chemistry and Physics,** v. 6, n. 10, p. 3131-3148, 2006. ISSN 1680-7324.
- 29 FENG, Y.; RAMANATHAN, V.; KOTAMARTHI, V. R. Brown carbon: a significant atmospheric absorber of solar radiation? **Atmospheric Chemistry and Physics,** v. 13, n. 17, p. 8607-8621, 2013. ISSN 1680-7324.
- 30 EPA. Black Carbon, basic information., 2012. Disponível em: < <http://www.epa.gov/blackcarbon/basic.html> >. Acesso em: 25/05/2013.
- 31 HERICH, H.; HUEGLIN, C.; BUCHMANN, B. A 2.5 year's source apportionment study of black carbon from wood burning and fossil fuel combustion at urban and rural sites in Switzerland. **Atmospheric Measurement Techniques,** v. 4, n. 7, p. 1409-1420, 2011. ISSN 1867-1381.
- 32 MARRACK, D. **Danger in the air: Toxic air pollution in the Houston-Galveston corridor.** 2003
- 33 HOORNAERT, S.; GODOI, R. H. M.; VAN GRIEKEN, R. Elemental and single particle aerosol characterisation at a background station in Kazakhstan. **Journal of Atmospheric Chemistry,** v. 48, n. 3, p. 301-315, Jul 2004. ISSN 0167-7764.

- 34 MASON, B. **Principles of geochemistry**. 1966.
- 35 MOLNAR, A. et al. ELEMENTAL COMPOSITION OF ATMOSPHERIC AEROSOL-PARTICLES UNDER DIFFERENT CONDITIONS IN HUNGARY. **Atmospheric Environment Part a-General Topics**, v. 27, n. 15, p. 2457-2461, Oct 1993. ISSN 0004-6981.
- 36 LIU, Q. T. et al. Accumulation of metals, trace elements and semi-volatile organic compounds on exterior window surfaces in Baltimore. **Environmental Pollution**, v. 122, n. 1, p. 51-61, 2003. ISSN 0269-7491.
- 37 HAIR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. Quinta Edição. São Paulo: Bookman, 2005.
- 38 HARDIN, J. W.; HILBE, J. M. **Generalized Linear Models and Extensions**. 3. Stata Press, 2012
- 39 MATOS, G. D. et al. Análise Exploratória em Química Analítica com Emprego de Quimiometria: PCA E PCA de Imagens. . **Revista Analytica**, v. 6, p. 38-50, 2003.
- 40 HAIR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. 5. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- 41 PAULIQUEVIS JÚNIOR, T. M. **Os efeitos de aerossóis emitidos por queimadas na formação de gotas de nuvens e na composição da precipitação na Amazônia**, . 2005. (Doutorado). Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 42 ARTAXO, P. **Modelos receptores aplicados à determinação da estrutura de fontes de aerossóis remotos**. . 1985. (Tese de doutorado). Instituto de Física USP,
- 43 MAENHAUT, W.; CAFMEUYER, H. Particle induced X-Ray emission analysis and multivariate techniques: as application to the study of teh sources of respirable atmospheric particles in Gent, Belgium. . **Journal of microprobe techniques**, v. 5, p. 135-158, 1987.
- 44 ANDRADE, M. D. et al. Vehicle emissions and PM2.5 mass concentrations in six Brazilian cities. **Air Quality Atmosphere and Health**, v. 5, n. 1, p. 79-88, Mar 2012. ISSN 1873-9318.
- 45 SWIETLICKI, E.; KREJCI, R. Source characterisation of the Central European atmospheric aerosol using multivariate statistical methods. **Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B-Beam Interactions with Materials and Atoms**, v. 109, p. 519-525, Apr 1996. ISSN 0168-583X.

- 46 KLEIN, S. G. et al. Potential of coculture in vitro models to study inflammatory and sensitizing effects of particles on the lung. **Toxicology in Vitro**, v. 25, n. 8, p. 1516-1534, Dec 2011. ISSN 0887-2333.
- 47 SHI, G. T. et al. A comparative study of health risk of potentially toxic metals in urban and suburban road dust in the most populated city of China. **Atmospheric Environment**, v. 45, n. 3, p. 764-771, Jan 2011. ISSN 1352-2310.
- 48 (CCOHS). How Do Particulates Enter the Respiratory System? , 2001. Disponível em: < http://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/how_do.html >. Acesso em: 12/06/2013.
- 49 DISTRICT, A.-C. R. Particulate Matter. 2015. Disponível em: < <http://www.acrd.bc.ca/particulate-matter> >.
- 50 MAGARI, S. R. et al. The association of particulate air metal concentrations with heart rate variability. **Environmental Health Perspectives**, v. 110, n. 9, p. 875-880, Sep 2002. ISSN 0091-6765.
- 51 OSTRO, B. et al. The Effects of Fine Particle Components on Respiratory Hospital Admissions in Children. **Environmental Health Perspectives**, v. 117, n. 3, p. 475-480, Mar 2009. ISSN 0091-6765.
- 52 KARR, C. et al. Effects of subchronic and chronic exposure to ambient air pollutants on infant bronchiolitis. **American Journal of Epidemiology**, v. 165, n. 5, p. 553-560, Mar 2007. ISSN 0002-9262.
- 53 BROOK, R. D. et al. Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease An Update to the Scientific Statement From the American Heart Association. **Circulation**, v. 121, n. 21, p. 2331-2378, Jun 2010. ISSN 0009-7322.
- 54 POPE, C. A. et al. MORTALITY RISKS OF AIR-POLLUTION - A PROSPECTIVE COHORT STUDY. **American Review of Respiratory Disease**, v. 147, n. 4, p. A13-A13, Apr 1993. ISSN 0003-0805.
- 55 ZANOBETTI, A. et al. Fine particulate air pollution and its components in association with cause-specific emergency admissions. **Environmental Health**, v. 8, Dec 2009. ISSN 1476-069X.
- 56 HOEK, G. et al. Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study. **Lancet**, v. 360, n. 9341, p. 1203-1209, Oct 2002. ISSN 0140-6736.

- 57 CLANCY, L. et al. Effect of air-pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study. **Lancet**, v. 360, n. 9341, p. 1210-1214, Oct 2002. ISSN 0140-6736.
- 58 EPA. **National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)**. AGENCY, E. P. 2012.
- 59 SESP. **Padrões Estaduais de Qualidade do Ar**. PAULO, S. D. E. D. S. DECRETO Nº 59.113 2013.
- 60 EC. **Air quality Standards**: European Comission 2013.
- 61 CONAMA. **GT Qualidade do Ar - Proposta de Revisão da Resolução CONAMA 03/1990**. AMBIENTE, M. D. M. 2014.
- 62 RAIS(A). RAIS Risk Exposure Models for Chemicals User's Guide. 2013. Disponível em: < http://rais.ornl.gov/tools/rais_chemical_risk_guide.html >. Acesso em: 23/05/2013.
- 63 USEPA(A). **Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I Human Health Evaluation Manual (Part A)** 1989.
- 64 USEPA(F). **Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS), Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part F, Supplemental Guidance for Inhalation Risk Assessment)** 2013.
- 65 HU, X. et al. Bioaccessibility and health risk of arsenic, mercury and other metals in urban street dusts from a mega-city, Nanjing, China. **Environmental Pollution**, v. 159, n. 5, p. 1215-1221, May 2011. ISSN 0269-7491.
- 66 HU, X. et al. Bioaccessibility and health risk of arsenic and heavy metals (Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn and Mn) in TSP and PM2.5 in Nanjing, China. **Atmospheric Environment**, v. 57, p. 146-152, Sep 2012. ISSN 1352-2310.
- 67 IARC. Chromium, nickel, and welding. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. **vol 49.**, Lyon, France, 1990. Disponível em: < <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol49/> >.
- 68 SWIETLIK, R. et al. Chromium(III/VI) speciation in urban aerosol. **Atmospheric Environment**, v. 45, n. 6, p. 1364-1368, Feb 2011. ISSN 1352-2310.
- 69 ARTERIS. Institucional. 2013. Disponível em: < <http://www.autopistaregis.com.br/?link=institucional> >. Acesso em: 18/06/2013.

- 70 DER. BR-277 - Curitiba - Paranaguá. 2013. Disponível em: < <http://www.der.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=16> >. Acesso em: 19/06/2013.
- 71 CORPORATION, M. S. **The ‘Next-Generation’ Aethalometer® Model AE33** 2013
- 72 HOLLER, F. J.; SKOOG, D. A.; CROUCH, S. R. **Princípios de Análise Intrumental**. 7. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- 73 TADANO, Y. D. S. **Simulação da dispersão dos poluentes atmosféricos para aplicação em análise de impacto**. 2012. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP
- 74 TADANO, Y. D. S. **Análise do impacto do MP10 na saúde populacional: estudo de caso em Araucária, Paraná**. 2007. (Dissertação de mestrado). Departamento de pesquisa e pós-graduação., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.
- 75 COELHO, M. D. S. Z. S. **Uma análise estatística com vistas a previsibilidade de interações por doenças respiratórias em função das condições meteorológicas na cidade de São Paulo**. 2007. (Tese de doutorado). Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 76 AGUIAR, L. S. **Estudo da relação da qualidade do ar e variáveis meteorológicas na ocorrência de morbidade respiratória e circulatória na região metropolitana de São Paulo**. 2015. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina
- 77 MILHORANÇA, I. A. **Modelos paramétricos para séries temporais de contagem**. 2014. (Dissertação). Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 78 BAXTER, L. A. et al. Comparing estimates of the effects of air pollution on human mortality obtained using different regression methodologies. **Risk Analysis**, v. 17, n. 3, p. 273-278, 1997.
- 79 COELHO, M. S. Z. S.; MASSAD, E. The impact of climate on Leptospirosis in São Paulo, Brazil. **Int J Biometeorol**, v. 56, p. 233-241, 2012.
- 80 DATASUS. **Sistema de informação hospitalar descentralizado (SIHD)** 2015.
- 81 IBGE. Secretaria de atenção a saúde. 2015. Disponível em: < cnes.datasus.gov.br >.

- 82 BANCO. de Saúde. **CID 10 - Classificação internacional de doenças e problemas relacionados à saúde.**
- 83 RAIS(B). The Risk Assessment Information System. 2013. Disponível em: < <http://rais.ornl.gov/> >. Acesso em: 22/05/2013.
- 84 ZHONG, L. F. et al. Platinum-group and other traffic-related heavy metal contamination in road sediment, Guangzhou, China. **Journal of Soils and Sediments**, v. 12, n. 6, p. 942-951, Jun 2012. ISSN 1439-0108.
- 85 CHEN, S. J. et al. Characterization of atmospheric PM10 and related chemical species in southern Taiwan during the episode days. **Chemosphere**, v. 53, n. 1, p. 29-41, Oct 2003. ISSN 0045-6535.
- 86 MUGICA-ALVAREZ, V. et al. Concentrations and properties of airborne particles in the Mexico City subway system. **Atmospheric Environment**, v. 49, p. 284-293, Mar 2012. ISSN 1352-2310.
- 87 GODOI, R. H. M. et al. Characterisation of sugar cane combustion particles in the Araraquara region, Southeast Brazil. **Microchimica Acta**, v. 145, n. 1-4, p. 53-56, Apr 2004. ISSN 1436-5073.
- 88 YE, B. M. et al. Concentration and chemical composition of PM2.5 in Shanghai for a 1-year period. **Atmospheric Environment**, v. 37, n. 4, p. 499-510, Feb 2003. ISSN 1352-2310.
- 89 BARMPADIMOS, I. et al. One decade of parallel fine (PM2.5) and coarse (PM10-PM2.5) particulate matter measurements in Europe: trends and variability. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 12, n. 7, p. 3189-3203, 2012. ISSN 1680-7316.
- 90 GODOI, R. H. M. et al. Healthy environment - indoor air quality of Brazilian elementary schools nearby petrochemical industry. **Science of the Total Environment**, v. 463, p. 639-646, Oct 2013. ISSN 0048-9697.
- 91 SILVEIRA, L. U. D. **POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA EM REGIÃO LIMÍTROFE DENTRO DA CIDADE DE CURITIBA.** 2011. (Dissertação de mestrado). Curitiba.
- 92 BRAGA, D. M. **Caracterização e associação com sintomas respiratórios do material particulado suspenso no ar: o caso de Colombo - PR.** 2007. (Dissertação de mestrado). Universidade Positivo, Curitiba.
- 93 AVIGO, D. et al. Particulate matter analysis at elementary schools in Curitiba, Brazil. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 391, n. 4, p. 1459-1468, Jun 2008. ISSN 1618-2642.

- 94 CARNEIRO, B. H. B. **QUALIDADE DO AR NO MUSEU OSCAR NIEMEYER**. 2008. (Dissertação de mestrado). Universidade Positivo, Curitiba.
- 95 SRIMURUGANANDAM, B.; NAGENDRA, S. M. S. Source characterization of PM10 and PM2.5 mass using a chemical mass balance model at urban roadside. **Science of the Total Environment**, v. 433, p. 8-19, Sep 2012. ISSN 0048-9697.
- 96 GODOI, R. H. M.; KONTOZOVA, V.; VAN GRIEKEN, R. The shielding effect of the protective glazing of historical stained glass windows from an atmospheric chemistry perspective: Case study Sainte Chapelle, Paris. **Atmospheric Environment**, v. 40, n. 7, p. 1255-1265, Mar 2006. ISSN 1352-2310.
- 97 PAULA, G. A. **Modelos de regressão com apoio computacional**. 1. IME-USP 2004.
- 98 TANER, S.; PEKEY, B.; PEKEY, H. Fine particulate matter in the indoor air of barbeque restaurants: Elemental compositions, sources and health risks. **Science of the Total Environment**, v. 454, p. 79-87, Jun 2013. ISSN 0048-9697.

APÊNDICE A - DADOS DE GRAVIMETRIA, BC E FRX

TABELA A.1 – DADOS DIÁRIOS DE MASSA, BC E ELEMENTOS DO MP_{2,5} DE 2008 A 2015.

Data	MP _{2,5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
1/9/08	15,52	5,91	0,000	0,025	0,093	0,388	0,000	0,372	0,063	0,005	0,000	0,000	0,001	0,089	0,000	0,000	0,010	0,000	0,003	0,008
2/9/08	26,19	13,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/9/08	28,39	12,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/9/08	8,73	3,39	0,006	0,025	0,060	0,107	0,000	0,149	0,010	0,002	0,000	0,000	0,000	0,051	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,001
5/9/08	15,33	4,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/9/08	5,38	0,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/9/08	11,19	3,42	0,000	0,030	0,047	0,225	0,001	0,159	0,024	0,002	0,000	0,000	0,004	0,056	0,000	0,006	0,014	0,000	0,002	0,007
8/9/08	7,14	3,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/9/08	12,56	4,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/9/08	7,11	1,36	0,013	0,000	0,003	0,298	0,000	0,120	0,002	0,001	0,000	0,000	0,001	0,014	0,000	0,000	0,004	0,000	0,002	0,000
14/9/08	13,00	3,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/9/08	10,95	3,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/9/08	8,80	2,82	0,000	0,000	0,018	0,404	0,000	0,088	0,006	0,002	0,001	0,000	0,003	0,040	0,000	0,002	0,011	0,000	0,001	0,003
17/9/08	5,45	1,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/9/08	5,78	2,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/9/08	8,53	2,71	0,000	0,000	0,000	0,160	0,000	0,115	0,004	0,000	0,000	0,002	0,001	0,039	0,000	0,000	0,004	0,001	0,002	0,004
20/9/08	8,79	2,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/9/08	7,53	1,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/9/08	10,79	2,91	0,000	0,047	0,043	0,206	0,044	0,182	0,012	0,001	0,001	0,000	0,007	0,085	0,000	0,000	0,322	0,000	0,000	0,003
23/9/08	7,60	3,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/9/08	7,10	3,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/9/08	5,35	2,13	0,008	0,015	0,007	0,088	0,000	0,062	0,004	0,001	0,001	0,000	0,002	0,031	0,000	0,003	0,007	0,000	0,001	0,000
30/9/08	21,20	6,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP _{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
1/10/08	14,41	4,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/10/08	12,82	3,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/10/08	11,60	1,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/10/08	10,34	2,86	0,000	0,018	0,010	0,272	0,000	0,038	0,006	0,001	0,000	0,001	0,004	0,051	0,000	0,009	0,012	0,000	0,001	0,001
7/10/08	12,31	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/10/08	11,64	2,63	0,000	0,000	0,019	0,373	0,000	0,067	0,005	0,000	0,000	0,000	0,002	0,035	0,000	0,003	0,007	0,000	0,000	0,000
9/10/08	9,45	3,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/10/08	10,00	2,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/10/08	10,96	2,02	0,001	0,000	0,047	0,295	0,000	0,241	0,009	0,001	0,000	0,001	0,003	0,041	0,000	0,001	0,007	0,000	0,001	0,002
12/10/08	17,62	4,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/10/08	41,01	19,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/10/08	22,38	7,24	0,000	0,024	0,066	0,873	0,000	0,496	0,035	0,004	0,001	0,001	0,004	0,081	0,000	0,012	0,026	0,000	0,002	0,025
15/10/08	16,13	6,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/10/08	7,92	3,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/10/08	8,58	2,97	0,000	0,000	0,013	0,027	0,002	0,086	0,004	0,001	0,000	0,001	0,001	0,030	0,000	0,006	0,011	0,000	0,000	0,004
19/10/08	7,43	2,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/10/08	16,49	5,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/10/08	15,77	5,19	0,000	0,000	0,037	0,368	0,005	0,382	0,050	0,003	0,001	0,000	0,005	0,052	0,000	0,012	0,017	0,000	0,000	0,055
24/10/08	13,61	3,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/10/08	12,47	1,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/10/08	10,68	1,73	0,000	0,000	0,026	0,277	0,000	0,132	0,007	0,001	0,001	0,000	0,002	0,043	0,000	0,000	0,056	0,000	0,001	0,005
27/10/08	8,20	2,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/11/08	13,45	2,78	0,000	0,006	0,021	0,442	0,002	0,107	0,017	0,002	0,000	0,001	0,002	0,054	0,001	0,013	0,013	0,000	0,005	0,010
2/11/08	11,73	1,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/11/08	14,60	3,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/11/08	14,45	3,55	0,043	0,000	0,022	0,369	0,002	0,098	0,024	0,001	0,000	0,002	0,004	0,048	0,001	0,007	0,009	0,000	0,004	0,005
5/11/08	15,36	4,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP_{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
6/11/08	21,47	6,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/11/08	22,66	4,32	0,000	0,065	0,030	0,005	0,270	0,023	0,002	0,004	0,001	0,005	0,063	0,003	0,015	0,078	0,000	0,006	0,002	-
8/11/08	14,55	3,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/11/08	15,07	1,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11/08	13,78	3,44	0,000	0,058	0,021	0,378	0,000	0,077	0,010	0,001	0,000	0,000	0,001	0,044	0,001	0,006	0,008	0,000	0,006	0,004
11/11/08	12,01	3,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/11/08	11,75	4,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/11/08	9,32	2,57	0,000	0,000	0,009	0,065	0,005	0,036	0,008	0,001	0,000	0,002	0,003	0,035	0,001	0,021	0,017	0,000	0,004	0,004
14/11/08	15,35	4,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/11/08	14,01	2,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/11/08	17,27	2,72	0,000	0,026	0,031	0,554	0,005	0,203	0,017	0,001	0,000	0,000	0,004	0,040	0,000	0,023	0,025	0,000	0,005	0,005
17/11/08	9,78	2,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/08	10,68	2,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/11/08	12,21	3,17	0,054	0,034	0,023	0,297	0,007	0,069	0,016	0,002	0,001	0,000	0,005	0,042	0,000	0,029	0,023	0,000	0,006	0,004
20/11/08	9,37	1,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/11/08	10,36	2,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/11/08	11,75	2,32	0,045	0,021	0,027	0,269	0,004	0,110	0,015	0,003	0,000	0,001	0,002	0,037	0,000	0,008	0,009	0,000	0,005	0,006
23/11/08	7,45	0,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/11/08	10,86	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/11/08	9,40	2,72	0,013	0,027	0,017	0,194	0,006	0,045	0,016	0,001	0,000	0,001	0,002	0,035	0,000	0,012	0,008	0,000	0,006	0,003
26/11/08	9,82	2,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/11/08	9,11	2,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/11/08	9,41	2,95	0,013	0,060	0,016	0,110	0,007	0,047	0,007	0,001	0,000	0,000	0,002	0,035	0,001	0,005	0,004	0,000	0,006	0,003
29/11/08	10,30	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/11/08	10,19	1,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/9/09	6,40	2,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/9/09	10,49	2,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP_{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
13/9/09	4,23	0,75	0,000	0,032	0,009	0,194	0,002	0,066	0,031	0,002	0,000	0,000	0,001	0,019	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001
14/9/09	3,69	1,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/9/09	7,48	2,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/9/09	9,37	3,22	0,000	0,000	0,021	0,891	0,027	0,250	0,031	0,003	0,002	0,001	0,002	0,075	0,001	0,003	0,022	0,000	0,007	0,021
17/9/09	7,49	1,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/9/09	17,25	2,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/9/09	12,94	2,92	0,000	0,038	0,013	0,300	0,023	0,408	0,024	0,003	0,000	0,000	0,004	0,082	0,002	0,008	0,010	0,000	0,001	0,004
20/9/09	6,59	0,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/9/09	4,04	1,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/9/09	28,84	2,45	0,000	0,053	0,015	0,127	0,054	0,107	0,016	0,003	0,000	0,000	0,002	0,052	0,000	0,004	0,252	0,000	0,000	0,002
23/9/09	0,91	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/9/09	6,32	1,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/9/09	3,73	1,22	0,000	0,031	0,007	0,101	0,001	0,049	0,009	0,001	0,000	0,002	0,001	0,028	0,000	0,003	0,006	0,000	0,000	0,000
26/9/09	8,87	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/9/09	7,29	1,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/9/09	6,57	2,53	0,000	0,030	0,013	0,145	0,000	0,104	0,010	0,001	0,000	0,000	0,002	0,037	0,000	0,005	0,011	0,000	0,000	0,001
29/9/09	4,09	1,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/9/09	4,13	1,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/10/09	12,00	3,14	0,000	0,080	0,021	0,406	0,001	0,249	0,050	0,003	0,000	0,001	0,004	0,088	0,000	0,015	0,021	0,000	0,001	0,004
2/10/09	0,58	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/10/09	4,73	1,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/10/09	5,92	0,99	0,000	0,010	0,009	0,167	0,000	0,113	0,010	0,001	0,000	0,000	0,001	0,021	0,000	0,005	0,007	0,000	0,000	0,000
5/10/09	10,40	2,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/10/09	11,70	3,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/10/09	4,03	1,51	0,000	0,008	0,006	0,078	0,000	0,030	0,006	0,002	0,000	0,000	0,002	0,026	0,000	0,010	0,012	0,000	0,000	0,001
8/10/09	4,31	1,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/10/09	8,50	2,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP_{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
20/10/09	16,67	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/10/09	8,15	1,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/10/09	8,30	2,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/10/09	8,31	1,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/10/09	7,45	1,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/10/09	4,05	0,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/10/09	5,73	1,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/10/09	3,85	1,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/10/09	4,37	1,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/10/09	5,52	1,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/10/09	7,69	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/10/09	5,77	1,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/11/09	6,45	1,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/11/09	6,53	1,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/11/09	2,26	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/11/09	13,87	3,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/11/09	14,19	2,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/11/09	6,34	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/11/09	3,36	0,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/11/09	2,10	0,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/11/09	5,19	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11/09	4,87	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/11/09	5,15	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/11/09	6,95	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/11/09	6,57	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/11/09	13,06	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/11/09	5,00	1,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP_{2,5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
16/11/09	2,97	1,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/11/09	3,86	1,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/11/09	13,17	0,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/11/09	13,44	0,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/11/09	10,90	0,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/11/09	8,90	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/11/09	11,35	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/11/09	15,47	0,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/11/09	22,59	3,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/11/09	21,09	0,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/11/09	13,30	0,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/11/09	14,41	0,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/12/09	5,92	0,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/12/09	9,95	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/12/09	12,00	1,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/12/09	20,33	0,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/12/09	10,90	0,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/12/09	6,09	0,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/12/09	8,38	3,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/2/10	11,83	3,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/2/10	20,55	3,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/2/10	26,04	2,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/2/10	18,63	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/2/10	17,43	3,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/2/10	12,83	1,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/2/10	9,00	1,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/2/10	24,99	3,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP_{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
18/2/10	17,36	2,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/2/10	13,46	2,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/2/10	17,73	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/2/10	15,42	3,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/2/10	18,25	2,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/2/10	11,94	2,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/2/10	7,64	2,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/2/10	11,99	3,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/2/10	20,60	2,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/2/10	12,08	1,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/2/10	7,00	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/3/10	9,82	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/3/10	11,31	2,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/3/10	11,52	2,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/3/10	9,86	2,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/3/10	10,84	2,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/3/10	19,16	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/3/10	11,20	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/3/10	23,11	3,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/3/10	14,97	3,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/3/10	13,66	2,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/3/10	19,87	3,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/3/10	15,56	2,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/3/10	14,22	2,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/3/10	9,31	1,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/3/10	15,16	3,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/3/10	12,00	2,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP _{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
17/3/10	11,83	2,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/3/10	11,78	2,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/3/10	11,77	2,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/3/10	20,82	2,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/3/10	10,48	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/3/10	13,09	4,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/3/10	9,61	2,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/3/10	17,14	3,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/3/10	12,78	3,28	0,000	0,013	0,041	0,238	0,000	0,059	0,011	0,002	0,000	0,001	0,001	0,045	0,000	0,001	0,005	0,000	0,001	0,001
26/3/10	8,63	2,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/3/10	8,80	1,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/3/10	13,53	3,72	0,000	0,000	0,098	0,134	0,000	0,093	0,023	0,002	0,000	0,001	0,000	0,036	0,000	0,002	0,006	0,000	0,001	0,002
29/3/10	28,45	3,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/3/10	24,22	2,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/3/10	20,50	3,02	0,000	0,000	0,093	0,293	0,001	0,053	0,018	0,002	0,001	0,001	0,001	0,049	0,000	0,001	0,005	0,000	0,001	0,002
1/4/10	14,80	2,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/4/10	7,62	1,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/4/10	11,90	1,81	0,000	0,000	0,044	0,223	0,000	0,077	0,042	0,003	0,000	0,000	0,001	0,023	0,000	0,001	0,004	0,000	0,001	0,002
4/4/10	12,78	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/4/10	4,89	1,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/4/10	13,74	2,74	0,000	0,006	0,055	0,077	0,020	0,059	0,010	0,002	0,000	0,001	0,001	0,039	0,000	0,001	0,006	0,000	0,001	0,001
7/4/10	10,55	2,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/4/10	13,16	3,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/4/10	15,53	2,50	0,000	0,011	0,054	0,161	0,001	0,031	0,013	0,002	0,000	0,003	0,001	0,042	0,000	0,001	0,005	0,000	0,001	0,004
10/4/10	9,83	2,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/4/10	19,71	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/4/10	12,30	2,95	0,001	0,000	0,048	0,101	0,014	0,037	0,021	0,002	0,000	0,000	0,001	0,037	0,000	0,001	0,005	0,000	0,001	0,001

Data	MP _{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
13/4/10	8,21	2,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/4/10	17,10	4,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/4/10	24,09	4,64	0,000	0,029	0,095	0,195	0,008	0,181	0,034	0,003	0,000	0,017	0,002	0,079	0,000	0,002	0,009	0,000	0,006	0,009
16/4/10	15,10	3,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/4/10	17,01	2,62	0,000	0,025	0,058	0,543	0,002	0,180	0,038	0,003	0,001	0,006	0,001	0,058	0,000	0,001	0,007	0,000	0,002	0,004
18/4/10	12,76	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/4/10	18,54	3,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/4/10	22,64	4,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/4/10	19,50	3,25	0,000	0,034	0,087	0,496	0,007	0,202	0,052	0,004	0,000	0,000	0,002	0,058	0,000	0,001	0,013	0,000	0,002	0,004
22/4/10	20,96	3,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/4/10	12,88	2,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/5/10	20,37	2,24	0,000	0,009	0,016	0,109	0,096	0,119	0,013	0,000	0,000	0,000	0,001	0,013	0,000	0,003	0,006	0,000	0,004	0,004
2/5/10	15,35	2,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/5/10	21,31	6,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/5/10	13,16	2,97	0,000	0,013	0,039	0,245	0,000	0,193	0,022	0,003	0,000	0,000	0,001	0,038	0,000	0,000	0,013	0,000	0,001	0,002
5/5/10	10,94	2,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/5/10	21,91	4,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/5/10	10,14	2,58	0,000	0,000	0,032	0,130	0,003	0,076	0,010	0,001	0,000	0,001	0,000	0,026	0,000	0,001	0,004	0,001	0,000	0,002
8/5/10	7,42	1,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/5/10	7,75	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/5/10	8,55	2,49	0,000	0,000	0,005	0,060	0,000	0,021	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000	0,023	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000
11/5/10	8,19	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/5/10	5,04	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/5/10	14,83	5,10	0,000	0,000	0,061	0,173	0,007	0,148	0,024	0,004	0,000	0,002	0,002	0,109	0,000	0,005	0,010	0,000	0,003	0,005
14/5/10	12,25	3,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/5/10	23,29	5,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/5/10	19,91	4,23	0,000	0,028	0,071	0,624	0,028	0,329	0,027	0,004	0,002	0,000	0,002	0,096	0,001	0,003	0,013	0,000	0,004	0,007

Data	MP _{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
17/5/10	5,63	2,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/5/10	9,86	3,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/5/10	7,30	2,14	0,000	0,021	0,036	0,153	0,007	0,165	0,016	0,002	0,001	0,000	0,002	0,041	0,000	0,002	0,034	0,000	0,001	0,003
20/5/10	14,77	3,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5/10	4,74	2,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/5/10	5,02	1,84	0,000	0,039	0,014	0,053	0,004	0,039	0,006	0,000	0,000	0,000	0,001	0,022	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000
23/5/10	4,39	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/5/10	6,00	4,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/5/10	21,33	8,20	0,000	0,007	0,065	0,392	0,105	0,509	0,082	0,006	0,000	0,016	0,005	0,143	0,000	0,005	0,020	0,000	0,006	0,020
26/5/10	11,65	4,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/5/10	9,80	3,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/5/10	15,28	5,29	0,000	0,008	0,056	0,278	0,067	0,329	0,068	0,005	0,000	0,009	0,002	0,125	0,000	0,011	0,013	0,000	0,009	-
29/5/10	19,82	4,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/5/10	4,19	1,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/7/10	25,90		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/7/10	18,40		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/7/10	29,00	5,68	0,000	0,120	0,218	0,439	0,013	0,701	0,095	0,011	0,000	0,007	0,006	0,181	0,001	0,005	0,019	0,000	0,008	0,015
7/7/10	14,40		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/7/10	9,50	1,96	0,000	0,020	0,108	0,210	0,000	0,197	0,023	0,002	0,000	0,001	0,001	0,048	0,000	0,001	0,005	0,000	0,002	0,008
10/7/10	18,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/8/10	8,40		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/8/10	11,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/8/10	17,50		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/8/10	4,50		0,000	0,003	0,026	0,079	0,000	0,049	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,059	0,000	0,000	0,000
14/8/10	5,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/8/10	6,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/8/10	2,10		0,005	0,007	0,009	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Data	MP _{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
17/8/10	4,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/8/10	7,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/8/10	18,40	3,07	0,000	0,080	0,142	0,216	0,044	0,350	0,049	0,007	0,000	0,003	0,003	0,113	0,000	0,003	0,092	0,000	0,007	0,031
20/8/10	24,70		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/8/10	35,50		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/8/10	27,70	3,27	0,000	0,148	0,216	0,372	0,010	0,466	0,077	0,007	0,000	0,002	0,004	0,137	0,000	0,009	0,046	0,000	0,010	0,015
23/8/10	35,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/8/10	32,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/8/10	26,40		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/8/10	47,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/8/10	28,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/8/10	21,60	2,55	0,000	0,113	0,155	0,417	0,000	0,329	0,043	0,006	0,000	0,000	0,002	0,069	0,000	0,000	0,007	0,000	0,006	0,009
29/8/10	25,70		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/9/10	9,10	2,00	0,000	0,013	0,056	0,282	0,000	0,156	0,026	0,002	0,000	0,007	0,002	0,056	0,000	0,001	0,012	0,000	0,002	0,008
11/9/10	14,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/9/10	14,70		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/9/10	3,30	0,02	0,010	0,013	0,009	0,004	0,000	0,011	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14/9/10	18,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/9/10	13,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/9/10	11,90	2,18	0,000	0,030	0,092	0,421	0,000	0,165	0,025	0,003	0,000	0,005	0,005	0,056	0,000	0,000	0,010	0,000	0,002	0,011
17/9/10	11,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/9/10	6,30	1,22	0,000	0,000	0,036	0,170	0,003	0,046	0,008	0,001	0,000	0,001	0,001	0,019	0,000	0,017	0,004	0,000	0,003	0,010
20/9/10	14,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/9/10	14,90		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/9/10	11,70	2,45	0,000	0,030	0,049	0,332	0,000	0,182	0,012	0,003	0,000	0,000	0,002	0,052	0,000	0,004	0,008	0,000	0,002	0,003
23/9/10	18,50		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP_{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
24/9/10	12,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/9/10	7,60	1,06	0,000	0,030	0,020	0,184	0,001	0,100	0,010	0,001	0,000	0,003	0,001	0,023	0,000	0,002	0,004	0,000	0,001	0,006
26/9/10	13,50		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/9/10	4,50		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/9/10	7,30	2,02	0,000	0,000	0,024	0,121	0,001	0,066	0,021	0,002	0,000	0,005	0,001	0,053	0,000	0,001	0,007	0,000	0,004	0,017
29/9/10	12,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/9/10	22,40		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/10/10	7,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/10/10	10,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/10/10	6,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/10/10	5,70	0,87	0,000	0,000	0,037	0,404	0,000	0,034	0,014	0,002	0,000	0,001	0,000	0,023	0,001	0,001	0,002	0,000	0,002	0,000
12/10/10	5,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/10/10	6,70		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/10/10	7,40	1,52	0,000	0,000	0,103	0,234	0,000	0,046	0,011	0,001	0,001	0,001	0,001	0,038	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,003
26/10/10	10,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/10/10	10,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/10/10	11,20	1,86	0,000	0,037	0,126	0,607	0,000	0,095	0,058	0,005	0,001	0,002	0,001	0,059	0,000	0,001	0,006	0,000	0,002	0,007
29/10/10	13,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/10/10	5,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/10/10	6,20	1,08	0,000	0,033	0,094	0,144	0,006	0,236	0,013	0,002	0,001	0,000	0,002	0,031	0,001	0,001	0,081	0,000	0,001	0,002
1/11/10	6,50		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/11/10	7,50		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/11/10	5,50	0,89	0,000	0,011	0,076	0,158	0,000	0,035	0,018	0,001	0,000	0,000	0,000	0,023	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001
4/11/10	13,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/11/10	12,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/11/10	11,00	1,75	0,000	0,047	0,130	0,362	0,001	0,153	0,022	0,002	0,001	0,001	0,002	0,042	0,000	0,003	0,030	0,000	0,002	0,025

Data	MP _{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
7/11/10	4,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/11/10	12,70		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/11/10	4,70	0,81	0,000	0,007	0,018	0,084	0,000	0,040	0,014	0,001	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,009
10/11/10	5,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/11/10	7,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/11/10	2,00		0,001	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17/11/10	10,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/11/10	9,40		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/11/10	8,40	1,73	0,000	0,046	0,125	0,224	0,000	0,092	0,022	0,003	0,000	0,001	0,001	0,050	0,000	0,002	0,007	0,000	0,001	0,003
20/11/10	13,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/11/10	11,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/11/10	10,10	1,27	0,000	0,007	0,080	0,408	0,000	0,076	0,016	0,001	0,001	0,000	0,000	0,029	0,000	0,000	0,004	0,000	0,001	0,002
23/11/10	4,70		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/11/10	4,90		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/11/10	4,10	1,12	0,003	0,017	0,046	0,053	0,000	0,019	0,018	0,001	0,000	0,000	0,001	0,021	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
26/11/10	8,40		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/11/10	7,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/11/10	7,70	0,79	0,000	0,003	0,108	0,259	0,000	0,050	0,014	0,001	0,000	0,000	0,001	0,020	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,002
29/11/10	2,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/11/10	7,70		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/12/10	9,20	2,22	0,000	0,032	0,133	0,253	0,000	0,148	0,070	0,004	0,000	0,000	0,001	0,059	0,000	0,002	0,006	0,000	0,001	0,020
2/12/10	6,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/12/10	8,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/12/10	6,90	1,99	0,000	0,000	0,089	0,175	0,000	0,077	0,021	0,001	0,000	0,001	0,001	0,040	0,000	0,001	0,006	0,000	0,001	0,058
5/12/10	12,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/12/10	8,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP _{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
7/12/10	5,40	1,00	0,000	0,024	0,015	0,221	0,000	0,146	0,006	0,001	0,001	0,000	0,001	0,022	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,001
8/12/10	6,50		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/12/10	4,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/12/10	6,10	1,01	0,000	0,030	0,069	0,181	0,000	0,068	0,020	0,001	0,000	0,000	0,001	0,025	0,000	0,001	0,010	0,000	0,000	0,000
11/12/10	8,90		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/12/10	7,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/12/10	9,40	1,49	0,000	0,007	0,047	0,393	0,000	0,155	0,028	0,004	0,000	0,000	0,001	0,043	0,000	0,000	0,008	0,000	0,001	0,011
14/12/10	4,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/12/10	6,50		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/12/10	5,00	1,54	0,003	0,023	0,058	0,114	0,000	0,022	0,028	0,000	0,000	0,000	0,001	0,025	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000
17/12/10	5,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/12/10	3,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/12/10	12,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/12/10	6,90		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/12/10	2,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/1/11	5,00	0,95	0,000	0,000	0,015	0,092	0,000	0,046	0,017	0,001	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,006	0,000	0,001	0,000
5/1/11	7,50		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/1/11	8,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/1/11	9,00	2,14	0,000	0,053	0,065	0,206	0,000	0,068	0,024	0,001	0,000	0,001	0,001	0,030	0,000	0,000	0,005	0,000	0,001	0,002
8/1/11	54,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/1/11	10,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/1/11	1,70	0,00	0,000	0,029	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12/1/11	4,90		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/1/11	3,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/1/11	6,90		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/1/11	4,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP _{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
17/1/11	4,00	0,36	0,000	0,037	0,019	0,000	0,017	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	-
18/1/11	3,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/1/11	6,90	1,71	0,000	0,014	0,061	0,164	0,000	0,077	0,029	0,001	0,000	0,000	0,001	0,036	0,000	0,001	0,006	0,000	0,001	0,002
25/1/11	5,50	1,46	0,000	0,020	0,078	0,065	0,000	0,042	0,013	0,001	0,000	0,002	0,001	0,023	0,001	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000
26/1/11	5,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/1/11	7,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/1/11	6,20	1,13	0,000	0,000	0,039	0,191	0,000	0,043	0,009	0,001	0,001	0,000	0,001	0,017	0,000	0,000	0,009	0,000	0,001	0,047
29/1/11	9,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/1/11	9,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/2/11	28,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/2/11	21,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/2/11	9,50	3,12	0,000	0,000	0,033	0,243	0,002	0,076	0,017	0,002	0,000	0,003	0,002	0,055	0,000	0,027	0,007	0,000	0,004	0,008
26/2/11	4,90		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/2/11	3,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/2/11	3,30	0,73	0,000	0,015	0,020	0,062	0,000	0,006	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000
1/3/11	4,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/3/11	3,60	0,52	0,000	0,014	0,040	0,023	0,000	0,006	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
7/3/11	3,40	0,60	0,000	0,035	0,024	0,036	0,000	0,012	0,003	0,000	0,000	0,000	0,001	0,005	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,001
8/3/11	4,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/3/11	3,40		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/3/11	5,20	1,48	0,000	0,026	0,114	0,033	0,000	0,028	0,007	0,001	0,000	0,000	0,000	0,025	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000
11/3/11	6,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/3/11	4,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/3/11	6,30	0,97	0,000	0,002	0,017	0,245	0,000	0,044	0,006	0,000	0,001	0,000	0,001	0,020	0,000	0,000	0,004	0,000	0,001	0,000
14/3/11	5,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/3/11	4,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP _{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
16/3/11	9,00	2,17	0,000	0,002	0,018	0,254	0,000	0,049	0,015	0,001	0,001	0,001	0,001	0,041	0,000	0,001	0,007	0,000	0,001	0,002
17/3/11	7,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/3/11	36,40		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/3/11	2,90	0,48	0,000	0,015	0,019	0,081	0,000	0,014	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000
21/3/11	5,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/3/11	7,20	2,23	0,000	0,005	0,031	0,150	0,001	0,033	0,011	0,002	0,000	0,002	0,000	0,032	0,000	0,001	0,006	0,000	0,004	0,001
23/3/11	10,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/3/11	5,90		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/3/11	7,30	2,40	0,000	0,026	0,028	0,140	0,000	0,134	0,018	0,001	0,001	0,001	0,002	0,032	0,000	0,002	0,010	0,001	0,001	0,002
29/3/11	4,90		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/3/11	2,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/3/11	3,60	0,79	0,000	0,010	0,030	0,037	0,000	0,010	0,005	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,000
1/4/11	11,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/4/11	5,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/4/11	6,50	1,19	0,000	0,005	0,053	0,148	0,000	0,032	0,011	0,001	0,000	0,000	0,000	0,027	0,000	0,001	0,002	0,000	0,000	0,001
4/4/11	8,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/4/11	9,50		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/4/11	9,79	2,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/4/11	10,89	3,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/4/11	19,37	4,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/4/11	9,14	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/4/11	7,79	2,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/4/11	22,91	8,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/4/11	7,70	2,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/4/11	8,57	3,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/4/11	11,44	4,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP_{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
15/4/11	6,37	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/4/11	7,09	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/4/11	5,96	1,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/4/11	15,05	5,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/4/11	1,94	1,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/4/11	9,80	3,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/4/11	3,83	1,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/4/11	7,29	2,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/4/11	4,52	1,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/4/11	4,89	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/4/11	4,03	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/4/11	7,59	3,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/4/11	6,52	2,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/4/11	5,60	3,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/4/11	4,91	1,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/5/11	7,87	2,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/5/11	6,88	2,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/5/11	10,20	2,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/8/11	5,51	1,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/8/11	7,07	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/8/11	7,71	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/8/11	4,42	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/8/11	3,79	1,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/9/11	8,20	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/9/11	5,68	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/9/11	1,97	0,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/9/11	8,93	2,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP_{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
5/9/11	10,88	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/9/11	4,50	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/9/11	4,27	1,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/9/11	6,94	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/9/11	8,63	2,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/9/11	4,16	1,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/9/11	4,91	1,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/9/11	6,20	2,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/9/11	6,66	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/9/11	4,53	1,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/9/11	1,98	1,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/9/11	4,11	1,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/9/11	2,84	1,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/9/11	6,86	1,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/9/11	11,71	2,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/9/11	13,20	3,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/9/11	1,57	0,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/9/11	2,17	1,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/9/11	3,88	1,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/9/11	4,60	1,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/9/11	6,10	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/9/11	9,59	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/11/11	16,06	3,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/11/11	11,18	3,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/11/11	2,24	1,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/11/11	4,17	1,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP_{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
14/11/11	5,91	2,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/11/11	1,98	1,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/11/11	4,50	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/11/11	8,67	2,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/11/11	5,00	1,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/11/11	2,72	1,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/11/11	9,97	2,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/11/11	8,75	2,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/11/11	9,71	2,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/11/11	4,91	1,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/11/11	3,92	1,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/11/11	4,37	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/11/11	7,25	2,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/11/11	6,34	2,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/12/11	6,15	2,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/12/11	5,74	1,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/12/11	4,07	1,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/12/11	4,33	1,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/12/11	5,66	2,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/12/11	6,79	2,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/12/11	5,85	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/12/11	9,80	3,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/12/11	5,26	2,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/12/11	2,48	1,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/12/11	7,23	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/12/11	10,85	3,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP_{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
13/12/11	2,01	1,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/12/11	9,69	3,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/12/11	8,83	2,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/12/11	7,18	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/12/11	6,39	1,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/12/11	1,53	1,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/12/11	1,05	1,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/12/11	1,22	1,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/12/11	2,19	1,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/12/11	2,26	1,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/12/11	2,15	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/12/11	1,52	1,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/12/11	2,54	1,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/12/11	1,43	1,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/1/12	4,31	1,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/1/12	4,41	1,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/1/12	5,56	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/1/12	6,52	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/1/12	5,88	2,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/1/12	7,14	2,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/1/12	5,60	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/1/12	4,46	1,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/1/12	3,86	1,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/1/12	5,49	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/3/12	3,15	1,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/3/12	2,74	1,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP_{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
31/3/12	2,17	1,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/4/12	2,76	1,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/4/12	1,86	1,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/4/12	2,78	1,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/4/12	2,24	1,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/4/12	2,41	1,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/4/12	1,66	1,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/4/12	1,71	1,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/4/12	1,33	1,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/4/12	2,09	1,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/4/12	2,42	1,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/4/12	7,58	1,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/4/12	2,66	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/4/12	2,92	1,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/4/12	1,25	0,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/4/12	2,12	1,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/4/12	1,93	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/4/12	3,06	1,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/4/12	1,70	1,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/4/12	1,84	1,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/4/12	4,47	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/4/12	2,31	1,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/4/12	1,87	1,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/4/12	1,17	0,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/4/12	3,11	1,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/4/12	2,57	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP_{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
26/4/12	2,23	1,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/4/12	1,85	0,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28/4/12	1,62	0,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/4/12	1,64	0,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/4/12	1,47	1,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/5/12	1,58	1,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/5/12	2,20	1,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/5/12	2,00	0,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/5/12	2,32	1,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/5/12	3,26	1,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/5/12	2,47	1,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/5/12	2,23	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/5/12	1,60	1,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/5/12	3,77	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/5/12	1,19	1,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/5/12	1,70	1,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/6/12	2,78	1,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/6/12	2,21	1,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/6/12	5,19	1,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/6/12	2,20	1,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/6/12	1,80	1,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/6/12	2,53	1,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/6/12	1,84	1,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/6/12	1,66	1,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/6/12	7,02	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/6/12	2,60	1,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP_{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
11/6/12	0,98	0,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/6/12	1,42	1,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/6/12	3,10	1,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/6/12	13,47	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-9-14	13,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11-9-14	17,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12-9-14	12,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13-9-14	16,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14-9-14	16,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15-9-14	16,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16-9-14	13,4	2,6	0,00	0,14	0,28	0,81	0,00	0,20	0,11	0,02	-	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
17-9-14	10,2	3,1	0,00	0,06	0,05	0,81	0,00	0,19	0,03	0,00	-	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
19-9-14	8,8	3,2	0,00	0,01	0,02	0,38	0,00	0,29	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
21-9-14	9,9	1,2	0,00	0,05	0,09	1,03	0,00	0,17	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22-9-14	9,8	3,1	0,00	0,08	0,14	0,91	0,00	0,10	0,07	0,00	-	0,02	0,02	0,14	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02
23-9-14	12,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25-9-14	16,02	4,92	0,00	0,05	0,14	0,55	0,00	0,37	0,05	0,01	-	0,00	0,01	0,14	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,07
26-9-14	15,2	3,8	0,00	0,03	0,02	0,38	0,00	0,25	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27-9-14	6,56	2,44	0,00	0,03	0,07	0,14	0,00	0,13	0,02	0,00	-	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
28-9-14	10,91	2,86	0,00	0,01	0,00	0,18	0,00	0,24	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
29-9-14	6,44	5,78	0,00	0,02	0,05	0,48	0,00	0,29	0,02	0,00	-	0,02	0,00	0,13	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02
1-10-14	11,89	2,42	0,00	0,05	0,10	0,89	0,00	0,22	0,03	0,01	-	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
2-10-14	9,21	2,35	0,00	0,03	0,05	0,74	0,00	0,12	0,02	0,00	-	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
3-10-14	7,44	2,05	0,00	0,01	0,00	0,21	0,00	0,05	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
4-10-14	7,6	1,32	0,00	0,02	0,04	0,26	0,00	0,09	0,02	0,01	-	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01

Data	MP _{2,5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
5-10-14	4,19	1,46	0,00	0,01	0,02	0,32	0,00	0,08	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
6-10-14	11,1	2,7	0,00	0,02	0,04	0,72	0,00	0,12	0,00	0,00	-	0,00	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
7-10-14	17,27	2,89	0,00	0,04	0,04	0,47	0,00	0,13	0,02	0,00	-	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
8-10-14	31,07	4,45	0,00	0,10	0,16	0,82	0,00	0,28	0,05	0,01	-	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
11-10-14	19,37	2,87	0,00	0,06	0,08	0,82	0,00	0,33	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
14-1-14	19,28	3,37	0,00	0,07	0,13	0,44	0,00	0,19	0,07	0,01	-	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
15-10-14	19,61	3,49	0,00	0,10	0,20	1,18	0,00	0,35	0,13	0,01	-	0,01	0,02	0,12	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02
18-10-14	21,93	4,06	0,00	0,09	0,17	0,98	0,00	0,56	0,05	0,01	-	0,00	0,02	0,15	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,08
26-10-14	11,26	2,02	0,00	0,05	0,05	1,51	0,00	0,28	0,01	0,01	-	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
27-10-14	15,24	3,15	0,00	0,09	0,18	1,44	0,00	0,23	0,06	0,01	-	0,00	0,02	0,11	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
28-10-14	21,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29-10-14	25,2	4,4	0,00	0,15	0,29	0,70	0,00	0,36	0,20	0,02	-	0,00	0,01	0,21	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
30-10-14	24,83	4,97	0,00	0,18	0,33	1,34	0,00	0,60	0,11	0,02	-	0,02	0,02	0,28	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,01
31-10-14	26,71	4,7	0,00	0,11	0,12	1,50	0,00	0,45	0,05	0,01	-	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
1-11-14	14,14	2,55	0,00	0,10	0,14	1,26	0,00	0,39	0,11	0,01	-	0,00	0,01	0,12	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
2-11-14	9,87	2,56	0,00	0,05	0,14	1,27	0,00	0,29	0,03	0,00	-	0,00	0,02	0,07	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
3-11-14	19,4	3,57	0,00	0,11	0,18	1,69	0,00	0,38	0,20	0,01	-	0,00	0,01	0,15	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
5-11-14	8,9	3,23	0,00	0,03	0,09	0,39	0,00	0,08	0,01	0,01	-	0,00	0,01	0,07	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
6-11-14	9,67	3,52	0,00	0,07	0,11	0,49	0,00	0,20	0,05	0,00	-	0,01	0,02	0,11	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,01
7-11-14	12,29	3,9	0,00	0,04	0,04	1,03	0,00	0,43	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02
8-11-14	12,73	2,1	0,00	0,05	0,04	1,92	0,00	0,30	0,03	0,00	-	0,00	0,01	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
9-11-14	9,24	2,25	0,00	0,03	0,00	1,31	0,00	0,17	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11-11-14	17,15	3,62	0,00	0,29	0,68	1,41	0,00	0,42	0,19	0,03	-	0,03	0,03	0,37	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02
12-11-14	22,91	4,05	0,00	0,33	0,63	1,32	0,00	0,42	0,33	0,04	-	0,00	0,02	0,36	0,00	0,01	0,02	0,00	0,02	0,02
13-11-14	12,63	2,33	0,00	0,17	0,31	1,65	0,00	0,21	0,07	0,01	-	0,00	0,01	0,14	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00

Data	MP_{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
14-11-14	7,5	2,74	0,00	0,03	0,08	1,03	0,00	0,13	0,01	0,00	-	0,00	0,02	0,07	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
15-11-14	8,64	1,69	0,00	0,04	0,09	0,80	0,00	0,21	0,01	0,01	-	0,00	0,01	0,08	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
27-11-14	6,62	1,84	0,00	0,06	0,13	0,66	0,00	0,10	0,03	0,01	-	0,00	0,01	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
28-11-14	6,22	1,8	0,00	0,07	0,14	0,82	0,00	0,12	0,03	0,00	-	0,00	0,01	0,10	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
29-11-14	4,36	0,91	0,00	0,02	0,05	0,44	0,00	0,09	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30-11-14	5,58	1,42	0,00	0,03	0,07	0,46	0,00	0,08	0,02	0,00	-	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
1-12-14	9,43	2,18	0,00	0,07	0,11	0,93	0,00	0,14	0,04	0,01	-	0,01	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
2-12-14	9,92	2,17	0,00	0,07	0,14	0,83	0,00	0,21	0,04	0,01	-	0,00	0,01	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
3-12-14	18,99	1,76	0,00	0,05	0,13	0,43	0,00	0,14	0,02	0,01	-	0,00	0,01	0,08	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
4-12-14	8,02	2,16	0,00	0,03	0,04	0,82	0,00	0,11	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,07	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01
5-12-14	5,02	1,15	0,00	0,02	0,05	0,29	0,00	0,08	0,02	0,00	-	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
6-12-14	5,18	1,1	0,00	0,03	0,09	0,61	0,00	0,18	0,01	0,00	-	0,01	0,01	0,08	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02
7-12-14	6,22	1,39	0,00	0,05	0,14	0,76	0,00	0,10	0,03	0,00	-	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
8-12-14	12,25	3,4	0,00	0,12	0,25	0,79	0,00	0,31	0,09	0,01	-	0,00	0,01	0,17	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,03
9-12-14	6,65	1,99	0,00	0,06	0,15	0,59	0,00	0,12	0,03	0,00	-	0,00	0,01	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
10-12-14	4,93	1,78	0,00	0,01	0,04	0,21	0,00	0,14	0,02	0,00	-	0,00	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
11-12-14	8,28	2,39	0,00	0,04	0,11	0,64	0,00	0,14	0,03	0,00	-	0,00	0,01	0,09	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
12-12-14	8,12	2,38	0,00	0,03	0,07	0,45	0,00	0,17	0,03	0,00	-	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,12
13-12-14	3,6	0,64	0,00	0,01	0,04	0,47	0,00	0,09	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14-12-14	5,62	1,05	0,00	0,04	0,14	0,79	0,00	0,12	0,02	0,00	-	0,00	0,02	0,06	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
15-12-14	5,68	1,62	0,00	0,04	0,09	0,52	0,00	0,08	0,03	0,00	-	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
16-12-14	6,57	2,39	0,00	0,03	0,12	0,28	0,00	0,17	0,05	0,00	-	0,00	0,01	0,10	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
17-12-14	15,48	4,09	0,00	0,14	0,22	0,77	0,00	0,44	0,08	0,02	-	0,00	0,01	0,17	0,00	0,00	0,05	0,00	0,01	0,02
18-12-14	9,35	2,42	0,00	0,06	0,13	0,81	0,00	0,18	0,02	0,01	-	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
19-12-14	7	2,02	0,00	0,03	0,06	0,68	0,00	0,17	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02

Data	MP _{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
27-12-14	11,29	2,45	0,00	0,07	0,17	0,86	0,00	0,37	0,00	0,00	-	0,00	0,01	0,10	0,00	0,03	0,01	0,00	0,01	0,06
28-12-14	5,95	1,77	0,00	0,02	0,06	0,40	0,00	0,17	0,00	0,00	-	0,00	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5-1-15	4,92	1,7	0,00	0,01	0,03	0,21	0,00	0,06	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6-1-15	7,96	2,18	0,00	0,04	0,13	0,83	0,00	0,14	0,04	0,00	-	0,01	0,02	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7-1-15	6,72	2,05	0,00	0,03	0,08	0,32	0,00	0,15	0,03	0,00	-	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8-1-15	8,41	2,48	0,00	0,04	0,07	0,47	0,00	0,22	0,02	0,00	-	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
9-1-15	11,34	1,64	0,00	0,07	0,11	0,34	0,00	0,26	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
10-1-15	8,16	1,94	0,00	0,07	0,16	0,50	0,00	0,33	0,03	0,00	-	0,00	0,01	0,10	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01
12-1-15	8,89	2,34	0,00	0,07	0,13	0,46	0,00	0,22	0,03	0,00	-	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01
13-1-15	7,85	2,24	0,00	0,04	0,07	0,29	0,00	0,16	0,03	0,01	-	0,01	0,00	0,09	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
14-1-15	6,65	1,74	0,00	0,05	0,13	0,26	0,00	0,15	0,02	0,01	-	0,00	0,01	0,11	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
15-1-15	6,89	1,65	0,00	0,06	0,16	0,64	0,00	0,12	0,02	0,00	-	0,00	0,01	0,09	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
22-1-15	3,18	1,25	0,00	0,02	0,06	0,18	0,00	0,04	0,02	0,00	-	0,00	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
23-1-15	5,39	1,53	0,00	0,03	0,07	0,34	0,00	0,07	0,02	0,00	-	0,00	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24-1-15	5,93	1,02	0,00	0,05	0,10	0,58	0,00	0,13	0,06	0,01	-	0,00	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
25-1-15	5,8	1,6	0,00	0,04	0,10	0,43	0,00	0,14	0,03	0,00	-	0,00	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
26-1-15	9,31	2,04	0,00	0,05	0,14	0,28	0,00	0,23	0,07	0,01	-	0,02	0,02	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
27-1-15	6,82	2,02	0,00	0,04	0,11	0,45	0,00	0,18	0,05	0,00	-	0,00	0,01	0,07	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
28-1-15	4,51	1,36	0,00	0,01	0,06	0,19	0,00	0,07	0,02	0,00	-	0,00	0,01	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,07
29-1-15	4,29	1,23	0,00	0,01	0,08	0,22	0,00	0,06	0,01	0,00	-	0,00	0,02	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,06
30-1-15	3,84	1,19	0,00	0,01	0,03	0,15	0,00	0,02	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31-1-15	4,12	0,71	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,07	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1-2-15	4,5	1,05	0,00	0,02	0,05	0,32	0,00	0,05	0,02	0,00	-	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
2-2-15	23,69	5,39	0,00	0,16	0,62	2,38	0,00	0,34	0,11	0,02	-	0,00	0,01	0,28	0,00	0,01	0,03	0,00	0,01	0,04
3-2-15	5,87	1,38	0,00	0,03	0,05	0,31	0,00	0,12	0,05	0,00	-	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02

Data	MP_{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
4-2-15	6,02	1,88	0,00	0,02	0,08	0,23	0,00	0,11	0,02	0,00	-	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
5-2-15	5,84	1,61	0,00	0,03	0,12	0,24	0,00	0,05	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6-2-15	5,8	1,38	0,00	0,04	0,14	0,51	0,00	0,07	0,05	0,00	-	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
7-2-15	6,13	0,88	0,00	0,02	0,01	0,53	0,00	0,11	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
8-2-15	7,2	1,56	0,00	0,02	0,04	0,63	0,00	0,09	0,02	0,00	-	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9-2-15	10,43	2,41	0,00	0,08	0,10	1,13	0,00	0,14	0,05	0,01	-	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
10-2-15	7,85	1,8	0,00	0,05	0,10	0,81	0,00	0,16	0,04	0,00	-	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,08
11-2-15	7,5	2,06	0,00	0,05	0,10	0,37	0,00	0,21	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12-2-15	3,6	1,04	0,00	0,02	0,04	0,25	0,00	0,11	0,02	0,00	-	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
19-2-15	4,46	1,62	0,00	0,01	0,04	0,18	0,00	0,07	0,04	0,00	-	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
20-2-15	5,42	1,49	0,00	0,01	0,03	0,25	0,00	0,09	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21-2-15	6,91	0,76	0,00	0,03	0,05	0,90	0,00	0,14	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22-2-15	7,25	1,24	0,00	0,03	0,05	0,69	0,00	0,10	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
23-2-15	14,76	2,72	0,00	0,16	0,33	1,15	0,00	0,20	0,07	0,02	-	0,01	0,01	0,20	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
24-2-15	9,12	2,84	0,00	0,05	0,11	0,37	0,00	0,15	0,07	0,01	-	0,00	0,01	0,12	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01
25-2-15	11,39	3,29	0,00	0,07	0,17	0,49	0,00	0,34	0,11	0,01	-	0,00	0,02	0,14	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,02
26-2-15	8,54	2,39	0,00	0,05	0,14	0,50	0,00	0,23	0,03	0,01	-	0,01	0,03	0,12	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
27-2-15	8,1	1,64	0,00	0,04	0,07	0,60	0,00	0,17	0,01	0,01	-	0,00	0,01	0,06	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
28-2-15	5,34	0,6	0,00	0,01	0,03	0,38	0,00	0,11	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1-3-15	4,53	0,92	0,00	0,01	0,05	0,38	0,00	0,15	0,01	0,00	-	0,00	0,01	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
2-3-15	6,08	1,83	0,00	0,04	0,11	0,65	0,00	0,14	0,03	0,00	-	0,00	0,02	0,09	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
3-3-15	8,16	1,93	0,00	0,08	0,21	0,94	0,00	0,20	0,07	0,01	-	0,00	0,03	0,14	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
4-3-15	10,16	2,19	0,00	0,10	0,21	0,91	0,00	0,22	0,07	0,01	-	0,00	0,02	0,14	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
5-3-15	7,98	2,85	0,00	0,04	0,10	0,34	0,00	0,17	0,07	0,00	-	0,01	0,01	0,09	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
6-3-15	5,61	2,05	0,00	0,02	0,04	0,43	0,00	0,12	0,02	0,00	-	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09

Data	MP _{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
7-3-15	3,61	0,96	0,00	0,01	0,02	0,39	0,00	0,06	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8-3-15	5,73	1,19	0,00	0,02	0,02	0,75	0,00	0,10	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9-3-15	4,41	1,72	0,00	0,01	0,05	0,31	0,00	0,07	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17-3-15	4,94	1,92	0,00	0,02	0,07	0,43	0,00	0,04	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
18-3-15	7,82	1,86	0,00	0,05	0,04	1,25	0,00	0,12	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19-3-15	4,76	1,88	0,00	0,02	0,05	0,36	0,00	0,06	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20-3-15	7,22	2,12	0,00	0,03	0,11	0,89	0,00	0,17	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,57
21-3-15	5,66	1,27	0,00	0,04	0,10	0,55	0,00	0,16	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
22-3-15	4,74	1,09	0,00	0,01	0,03	0,67	0,00	0,07	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
23-3-15	5,08	1,87	0,00	0,03	0,02	0,36	0,00	0,05	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
24-3-15	5,67	1,58	0,00	0,04	0,05	0,40	0,00	0,08	0,03	0,00	-	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
25-3-15	8,75	2,06	0,00	0,06	0,14	0,80	0,00	0,21	0,04	0,01	-	0,00	0,01	0,12	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,24
26-3-15	11,36	2,12	0,00	0,12	0,21	1,13	0,00	0,24	0,04	0,01	-	0,00	0,01	0,16	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,04
27-3-15	5,02	1,46	0,00	0,04	0,05	0,30	0,00	0,10	0,03	0,01	-	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
28-3-15	3,81	1,04	0,00	0,01	0,00	0,06	0,00	0,11	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29-3-15	3,24	1,06	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
30-3-15	5,23	2,05	0,00	0,01	0,00	0,32	0,00	0,13	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
31-3-15	11,81	2,8	0,00	0,06	0,10	0,56	0,00	0,21	0,01	0,01	-	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,07	0,00	0,01	0,02
1-4-15	11,62	2,28	0,00	0,09	0,15	1,31	0,00	0,24	0,03	0,01	-	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01
3-4-15	6,59	0,97	0,00	0,03	0,05	0,62	0,00	0,09	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
4-4-15	9,91	1,4	0,00	0,07	0,10	1,09	0,00	0,25	0,06	0,01	-	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
5-4-15	4,01	0,52	0,00	0,01	0,02	0,35	0,00	0,09	0,00	0,01	-	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
6-4-15	5,82	1,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7-4-15	6,01	1,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15-4-15	15,51	2,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP _{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
16-4-15	10,73	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17-4-15	7,33	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18-4-15	9,47	1,73	0,00	0,01	0,00	0,16	0,00	0,09	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
19-4-15	9,35	1,39	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,05	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23-4-15	3,84	1,95	0,00	0,01	0,05	0,10	0,00	0,06	0,01	0,00	-	0,01	0,02	0,07	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
24-4-15	8,17	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25-4-15	5,4	1,14	0,00	0,03	0,12	0,64	0,00	0,14	0,01	0,00	-	0,00	0,02	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
26-4-15	5,12	1,67	0,00	0,01	0,05	0,17	0,00	0,07	0,01	0,00	-	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01
27-4-15	23,88	2,83	0,00	0,03	0,12	0,51	0,00	0,11	0,03	0,00	-	0,01	0,02	0,10	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02
29-4-15	4,89	1,68	0,00	0,02	0,08	0,30	0,00	0,06	0,01	0,00	-	0,01	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30-4-15	18,32	2,31	0,00	0,02	0,09	0,35	0,00	0,15	0,01	0,00	-	0,01	0,01	0,08	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01
1-5-15	8,1	1,16	0,00	0,04	0,08	1,00	0,00	0,17	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
2-5-15	8,49	1,41	0,00	0,04	0,09	0,64	0,00	0,24	0,03	0,00	-	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
3-5-15	11,51	2,09	0,00	0,09	0,15	0,82	0,00	0,38	0,01	0,01	-	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
4-5-15	7,85	1,57	0,00	0,04	0,07	1,18	0,00	0,16	0,01	0,00	-	0,00	0,01	0,06	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
5-5-15	6,11	1,83	0,00	0,03	0,10	0,48	0,00	0,09	0,01	0,00	-	0,00	0,01	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
6-5-15	9,93	2,79	0,00	0,04	0,12	0,41	0,00	0,16	0,02	0,00	-	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,04
7-5-15	8,62	1,91	0,00	0,05	0,07	0,85	0,00	0,13	0,02	0,00	-	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8-5-15	11,31	2,74	0,00	0,12	0,26	0,34	0,00	0,19	0,09	0,01	-	0,00	0,01	0,25	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
15-5-15	10,93	2,88	0,00	0,05	0,16	0,36	0,00	0,17	0,06	0,01	-	0,01	0,01	0,24	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
16-5-15	9,27	1,56	0,00	0,08	0,19	0,53	0,00	0,21	0,07	0,01	-	0,00	0,01	0,17	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02
17-5-15	13,51	2,35	0,00	0,14	0,30	1,03	0,00	0,24	0,08	0,01	-	0,00	0,02	0,21	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
18-5-15	12,16	2,24	0,00	0,18	0,43	0,52	0,00	0,25	0,16	0,02	-	0,00	0,02	0,29	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02
19-5-15	8,4	2,05	0,00	0,11	0,27	0,47	0,00	0,13	0,10	0,01	-	0,00	0,01	0,20	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,03
20-5-15	8,15	2,06	0,00	0,07	0,14	0,58	0,00	0,10	0,05	0,01	-	0,01	0,01	0,16	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00

Data	MP _{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
21-5-15	12,05	2,76	0,00	0,12	0,25	0,92	0,00	0,19	0,09	0,01	-	0,00	0,01	0,23	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
22-5-15	15,11	2,9	0,00	0,22	0,42	1,03	0,00	0,31	0,22	0,03	-	0,00	0,01	0,32	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,02
23-5-15	12,77	2,1	0,00	0,18	0,32	0,89	0,00	0,50	0,17	0,02	-	0,00	0,01	0,26	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,22
24-5-15	10,78	2,49	0,00	0,13	0,25	0,51	0,00	0,51	0,05	0,01	-	0,00	0,02	0,19	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
26-5-15	6,76	2,59	0,00	0,04	0,10	0,10	0,00	0,15	0,03	0,01	-	0,01	0,01	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
27-5-15	4,75	1,11	0,00	0,03	0,05	0,31	0,00	0,14	0,10	0,01	-	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28-5-15	12,97	1,45	0,00	0,08	0,09	1,98	0,00	0,46	0,02	0,00	-	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
29-5-15	22,42	4,17	0,00	0,14	0,29	0,72	0,05	0,57	0,12	0,02	-	0,01	0,01	0,33	0,00	0,01	0,03	0,00	0,03	0,38
30-5-15	17,58	2,77	0,00	0,08	0,12	0,29	0,00	0,48	0,03	0,01	-	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,03
31-5-15	11,04	1,89	0,00	0,04	0,06	0,70	0,00	0,30	0,02	0,00	-	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,03
1-6-15	13,85	2,44	0,00	0,18	0,37	1,03	0,00	0,21	0,10	0,02	-	0,01	0,00	0,27	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
2-6-15	10,27	2,03	0,00	0,14	0,28	0,79	0,00	0,16	0,15	0,02	-	0,01	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
3-6-15	12,37	3,32	0,00	0,09	0,15	0,49	0,00	0,25	0,11	0,01	-	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02
4-6-15	26,43	3,53	0,00	0,28	0,58	1,24	0,00	0,56	0,15	0,03	-	0,01	0,01	0,40	0,00	0,01	0,03	0,00	0,06	0,03
5-6-15	21,57	4,23	0,00	0,21	0,39	0,60	0,00	0,57	0,33	0,03	-	0,02	0,00	0,38	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,02
6-6-15	10,99	2,16	0,00	0,14	0,22	0,64	0,00	0,46	0,10	0,02	-	0,00	0,01	0,21	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
7-6-15	23,19	4,88	0,00	0,21	0,34	0,53	0,00	0,62	0,07	0,03	-	0,00	0,00	0,35	0,00	0,01	0,05	0,01	0,09	0,03
8-6-15	18,51	3,86	0,00	0,23	0,43	0,94	0,00	0,52	0,16	0,03	-	0,02	0,02	0,37	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,35
9-6-15	14,22	3,35	0,00	0,26	0,47	1,08	0,00	0,62	0,13	0,03	-	0,00	0,02	0,37	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,49
10-6-15	14,63	3,36	0,00	0,24	0,44	0,81	0,00	0,41	0,13	0,03	-	0,01	0,02	0,40	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,45
11-6-15	6,21	1,39	0,00	0,11	0,19	0,39	0,00	0,15	0,05	0,01	-	0,00	0,02	0,16	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
12-6-15	6,28	2,12	0,00	0,03	0,05	0,32	0,00	0,20	0,01	0,00	-	0,00	0,01	0,06	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
13-6-15	8,59	1,58	0,00	0,16	0,20	0,52	0,00	0,39	0,05	0,02	-	0,00	0,01	0,23	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
14-6-15	5,25	0,51	0,00	0,06	0,07	0,44	0,00	0,18	0,00	0,01	-	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
15-6-15	16,93	3,29	0,00	0,14	0,26	0,85	0,00	0,73	0,05	0,01	-	0,01	0,03	0,26	0,00	0,00	0,11	0,01	0,02	0,01

Data	MP _{2.5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
16-6-15	13,62	2,73	0,00	0,12	0,25	0,71	0,00	0,28	0,08	0,01	-	0,00	0,01	0,22	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02
17-6-15	17,48	4,47	0,00	0,14	0,24	0,93	0,00	0,57	0,13	0,02	-	0,01	0,01	0,23	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,06
18-6-15	5,37	1,78	0,00	0,03	0,06	0,29	0,00	0,15	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
19-6-15	5,46	1,73	0,00	0,03	0,06	0,22	0,00	0,07	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
20-6-15	7,95	1,52	0,00	0,04	0,07	0,28	0,00	0,20	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21-6-15	17,7	4,08	0,00	0,07	0,12	0,54	0,00	0,45	0,03	0,01	-	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,03
22-6-15	30,59	7,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-6-15	10,7	2,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25-6-15	4,28	1,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26-6-15	5,34	1,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27-6-15	8,76	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28-6-15	14,74	3,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29-6-15	18,69	4,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30-6-15	7,27	1,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-7-15	7,53	1,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-7-15	5,03	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-7-15	3,6	1,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-7-15	8,82	1,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-7-15	3,9	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6-7-15	6,9	2,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7-7-15	8,96	3,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8-7-15	3,5	1,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9-7-15	7,19	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10-7-15	6,11	1,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11-7-15	3,38	0,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data	MP_{2,5}	BC	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Se	Br	Pb
12-7-15	4,39	1,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13-7-15	6,19	1,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14-7-15	7,21	2,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15-7-15	9,5	2,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16-7-15	7,5	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18-7-15	7,01	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19-7-15	12,13	3,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-7-15	2,65	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22-7-15	7,86	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24-7-15	7,08	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25-7-15	12,93	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26-7-15	15,17	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28-7-15	26,12	4,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29-7-15	17,31	2,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30-7-15	36,3	5,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31-7-15	20,38	3,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-8-15	17,02	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-8-15	16,34	2,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-8-15	15,6	2,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-8-15	24,42	3,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6-8-15	25,68	3,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7-8-15	24,31	3,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8-8-15	16,04	2,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9-8-15	11,44	1,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10-8-15	8,37	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

APÊNDICE B - GRÁFICOS DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL

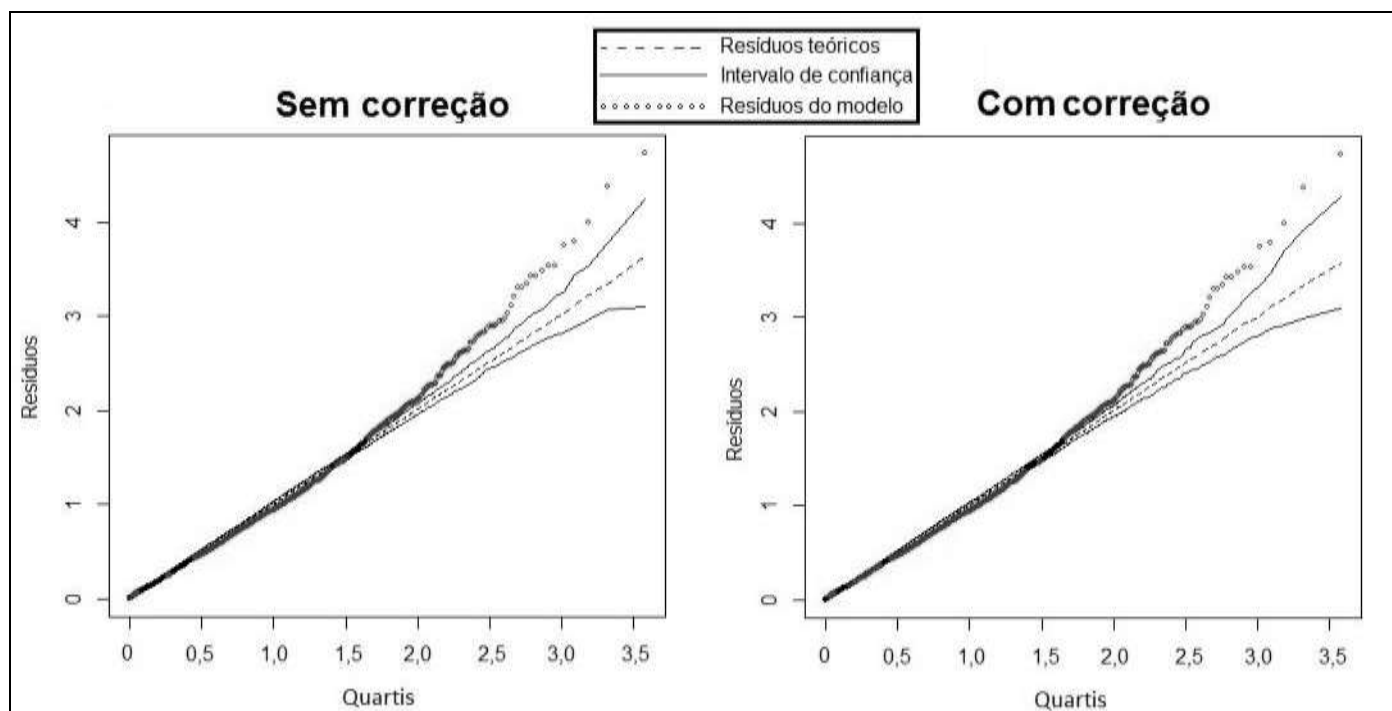


FIGURA B.1 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE $MP_{2.5}$ LAG 0 E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM A DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL NEGATIVA.

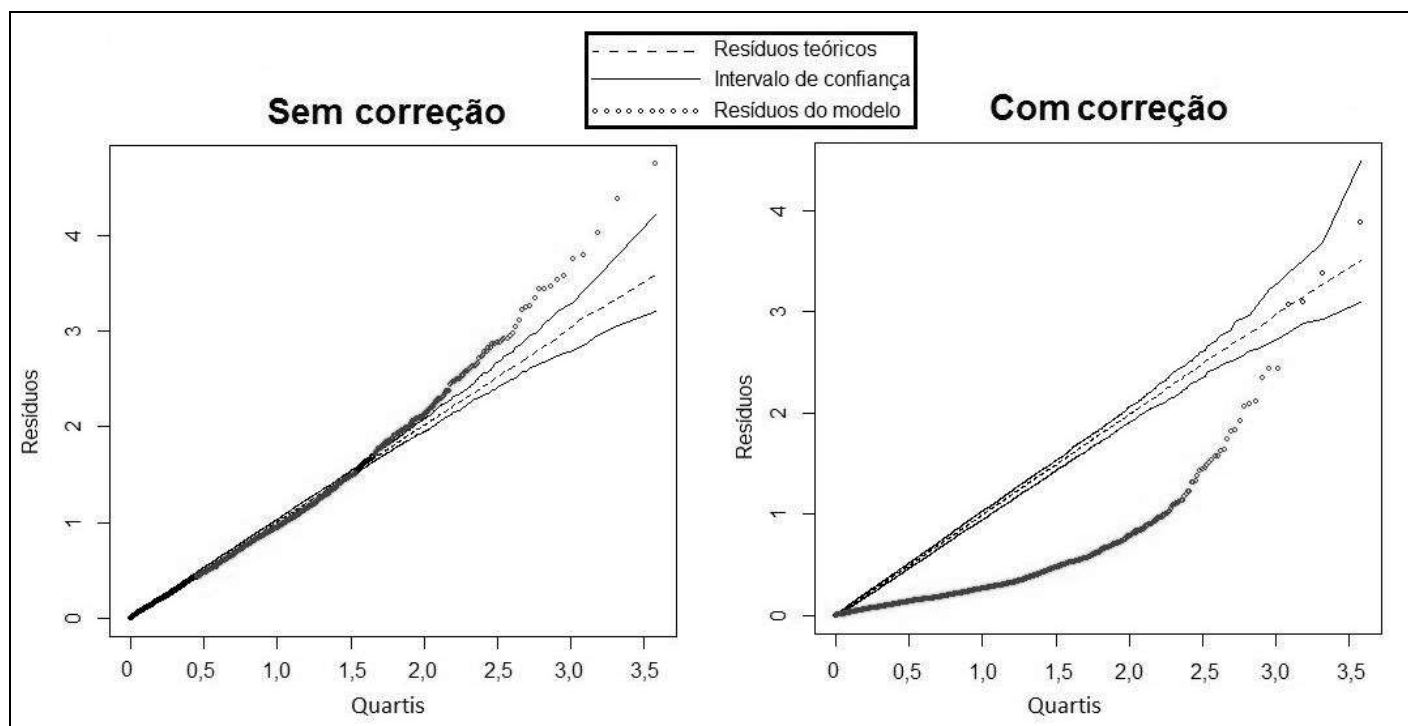


FIGURA B.2 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE $MP_{2.5}$ LAG 1 E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM A DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL NEGATIVA.

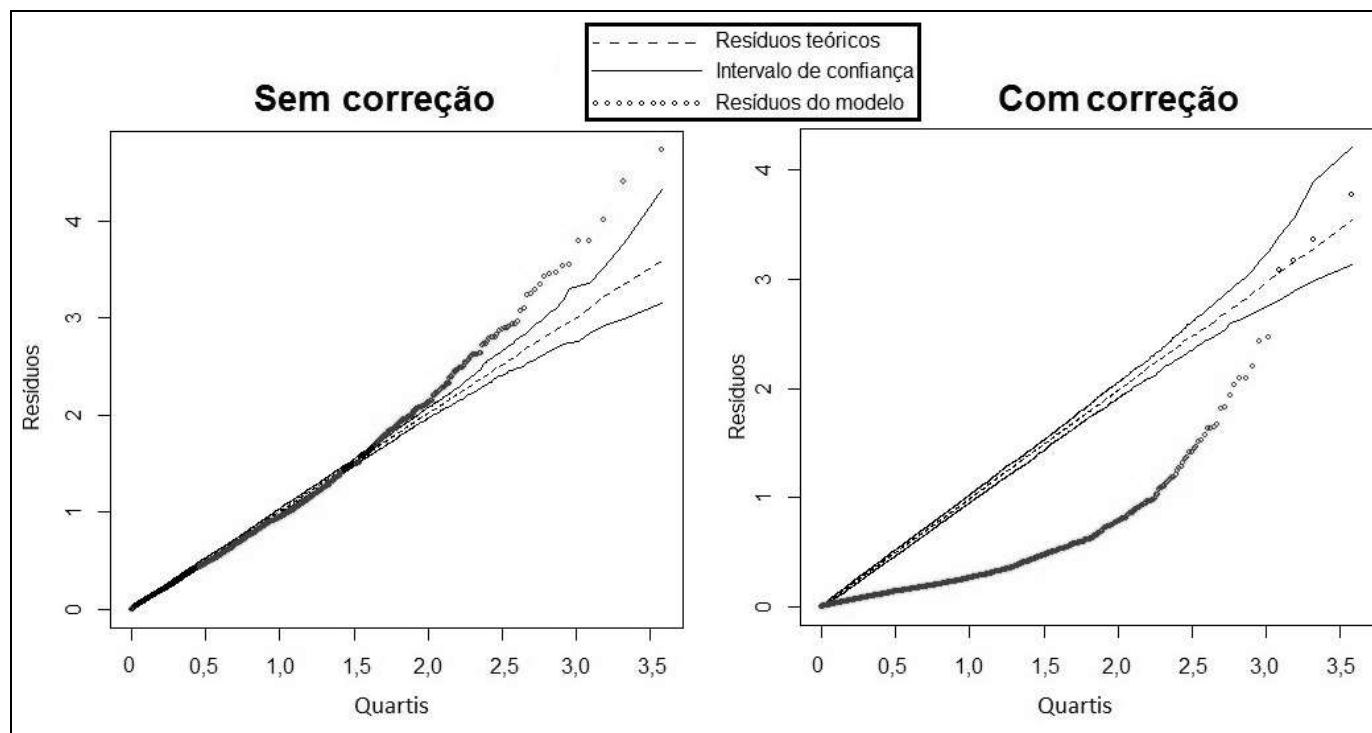


FIGURA B.3 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ LAG 2 E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM A DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL NEGATIVA.

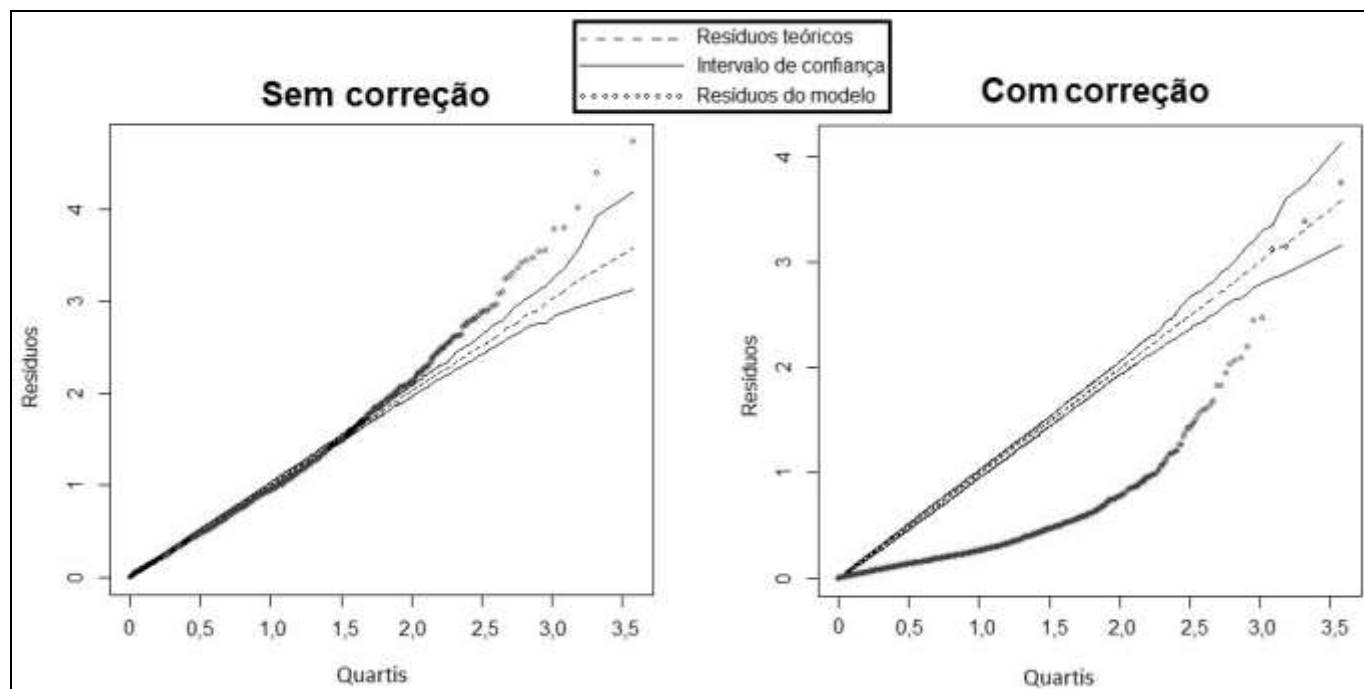


FIGURA B.4 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ LAG 4 E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM A DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL NEGATIVA.

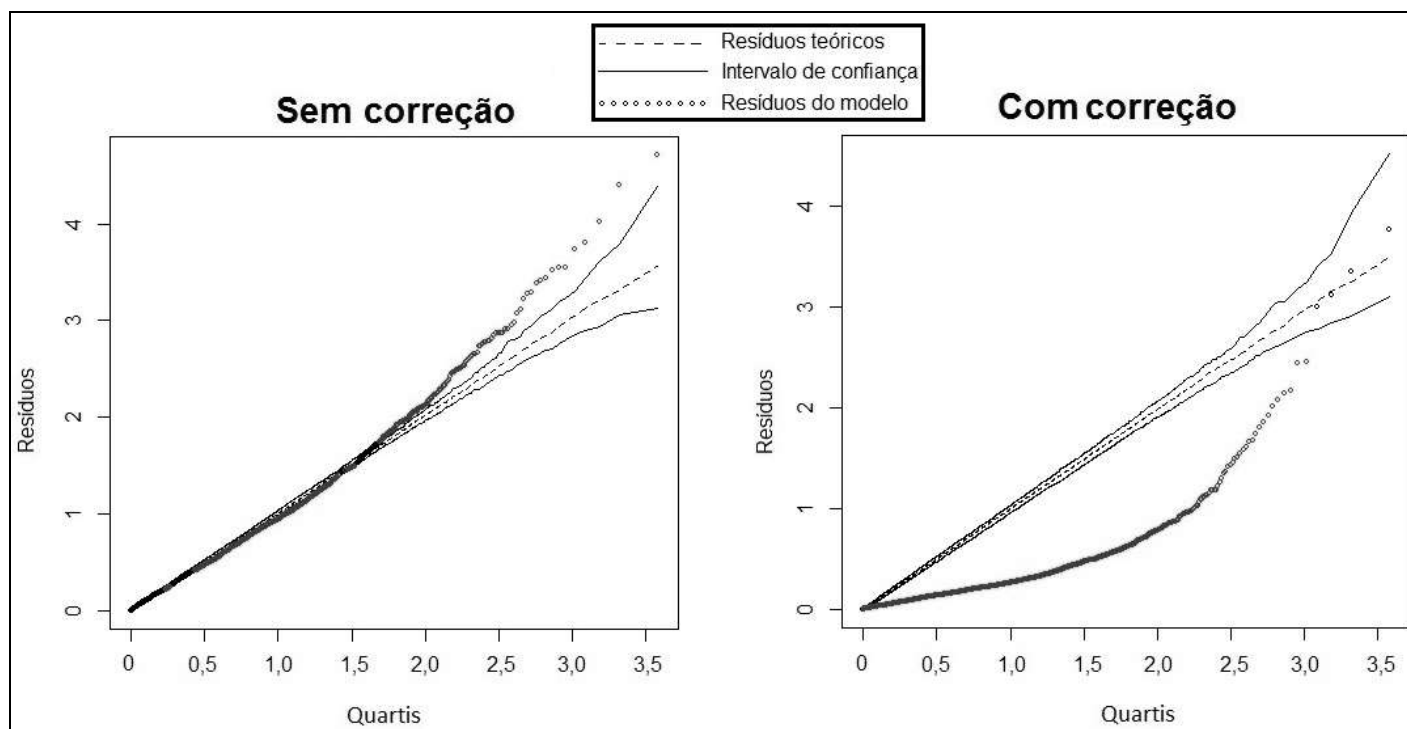


FIGURA B.5 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE $MP_{2.5}$ LAG 5 E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM A DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL NEGATIVA.

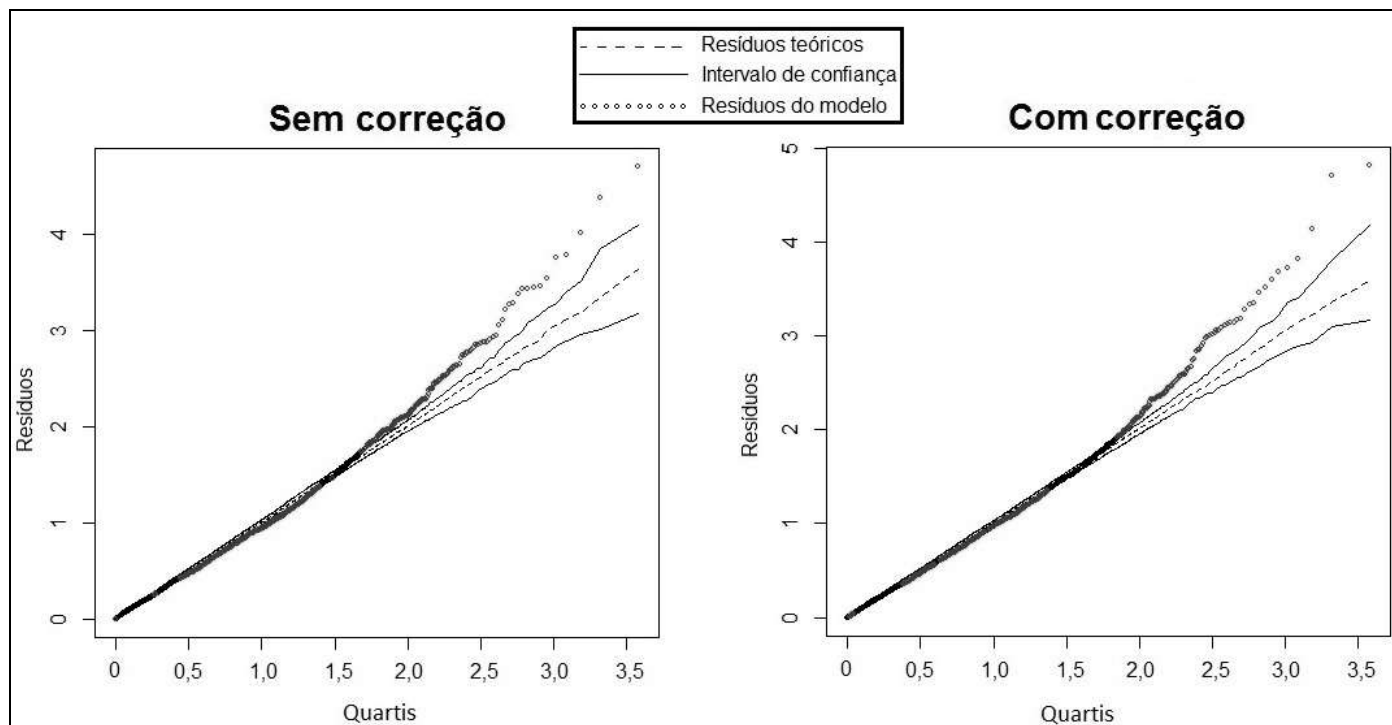


FIGURA B.6 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE $MP_{2.5}$ LAG 6 E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM A DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL NEGATIVA.

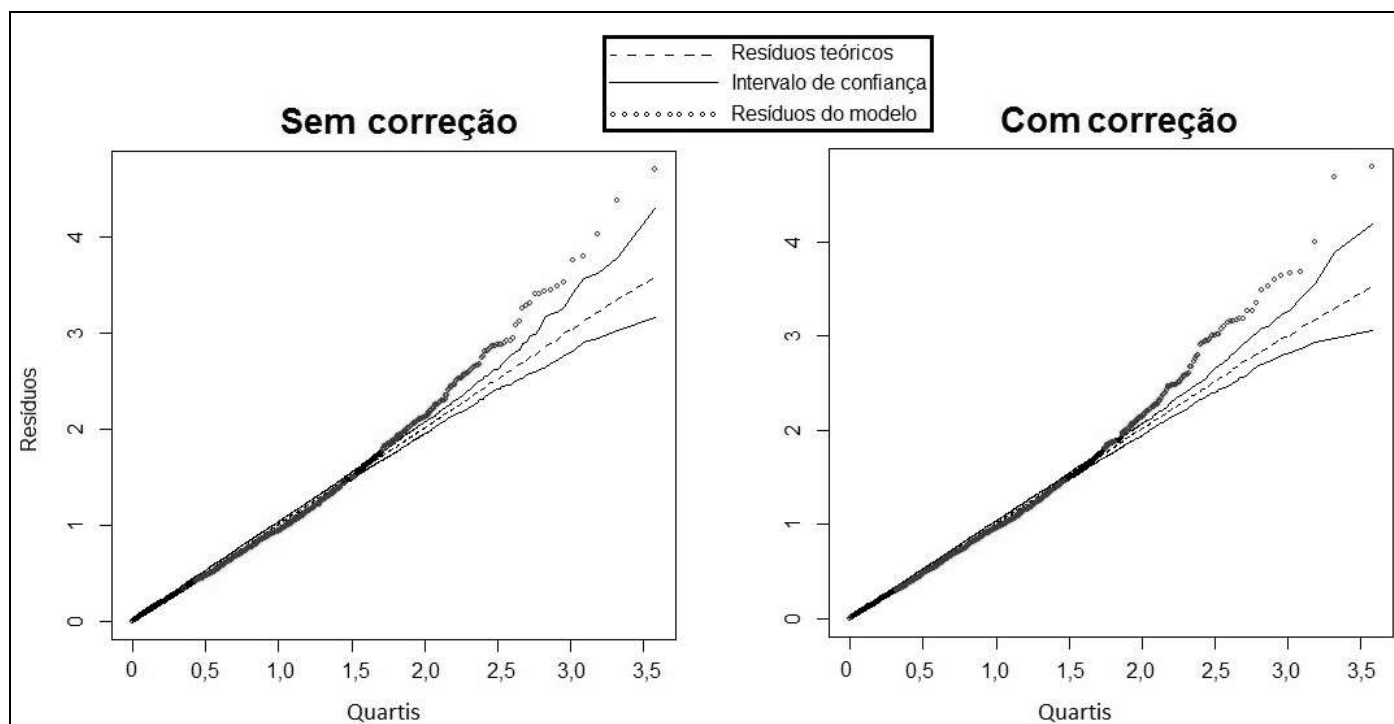


FIGURA B.7 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE $MP_{2.5}$ LAG 7 E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM A DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL NEGATIVA.

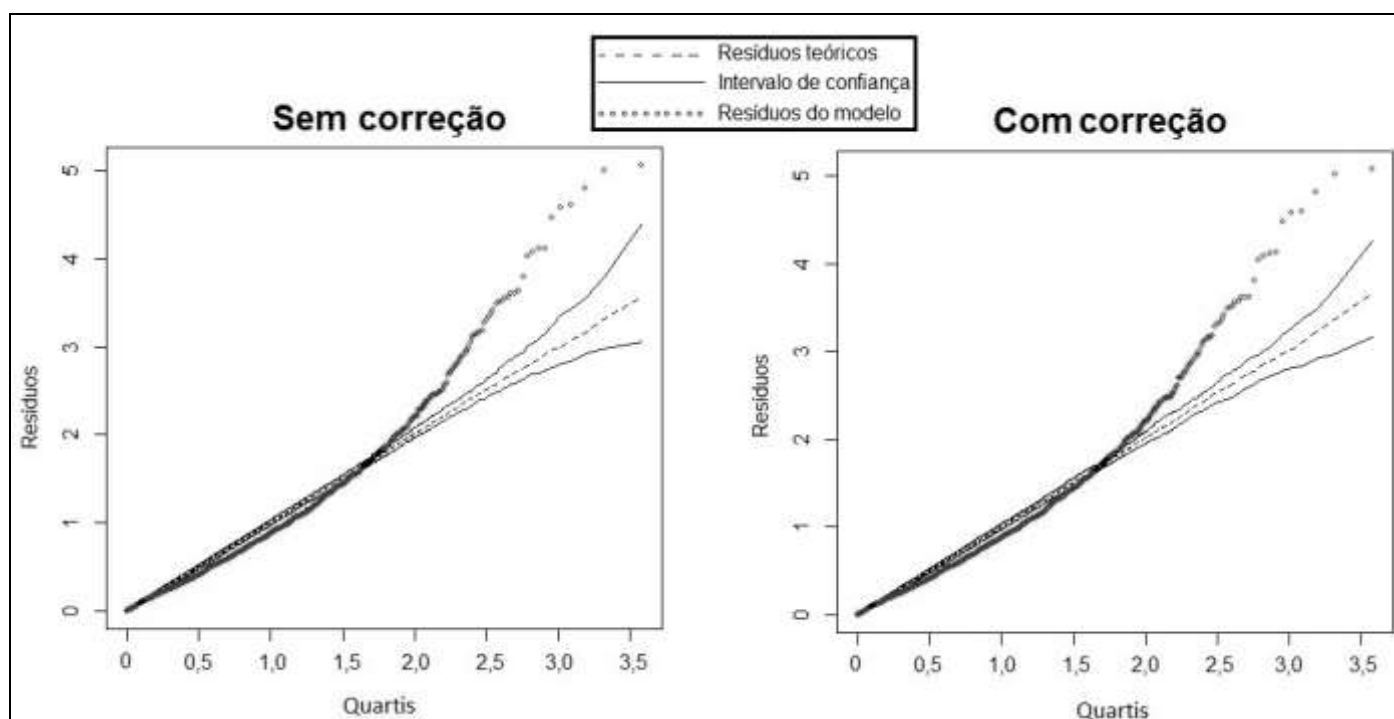


FIGURA B.8 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE $MP_{2.5}$ LAG 0 E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM A DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL NEGATIVA.

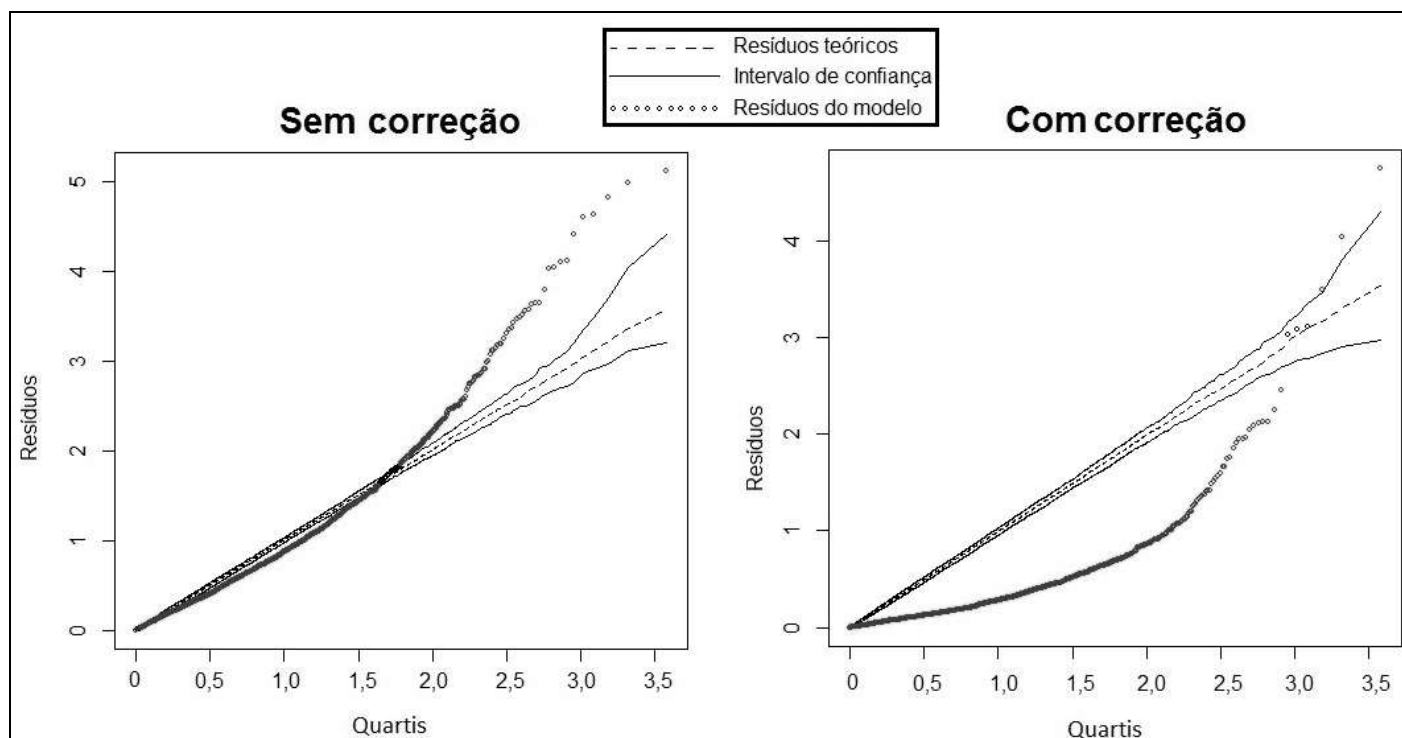


FIGURA B.9 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ LAG 1 E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM A DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL NEGATIVA.

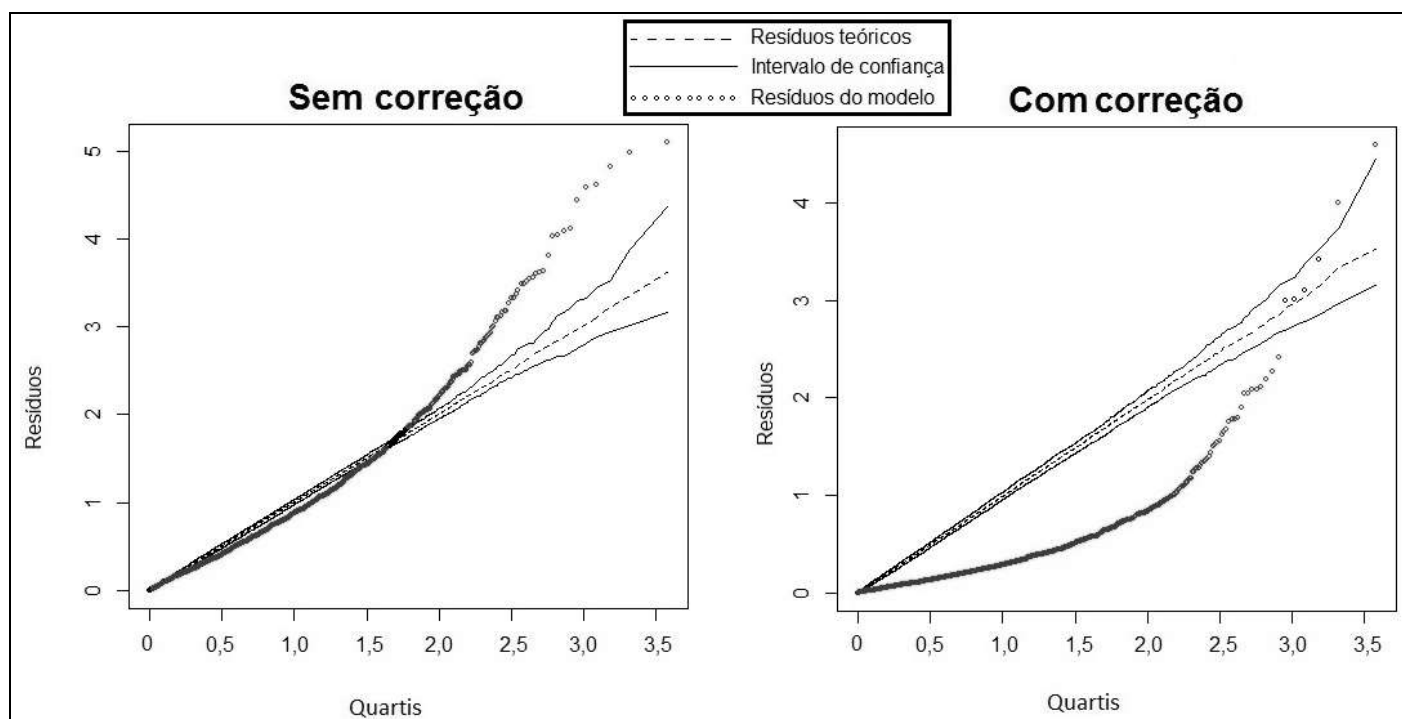


FIGURA B.10 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ LAG 2 E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM A DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL NEGATIVA.

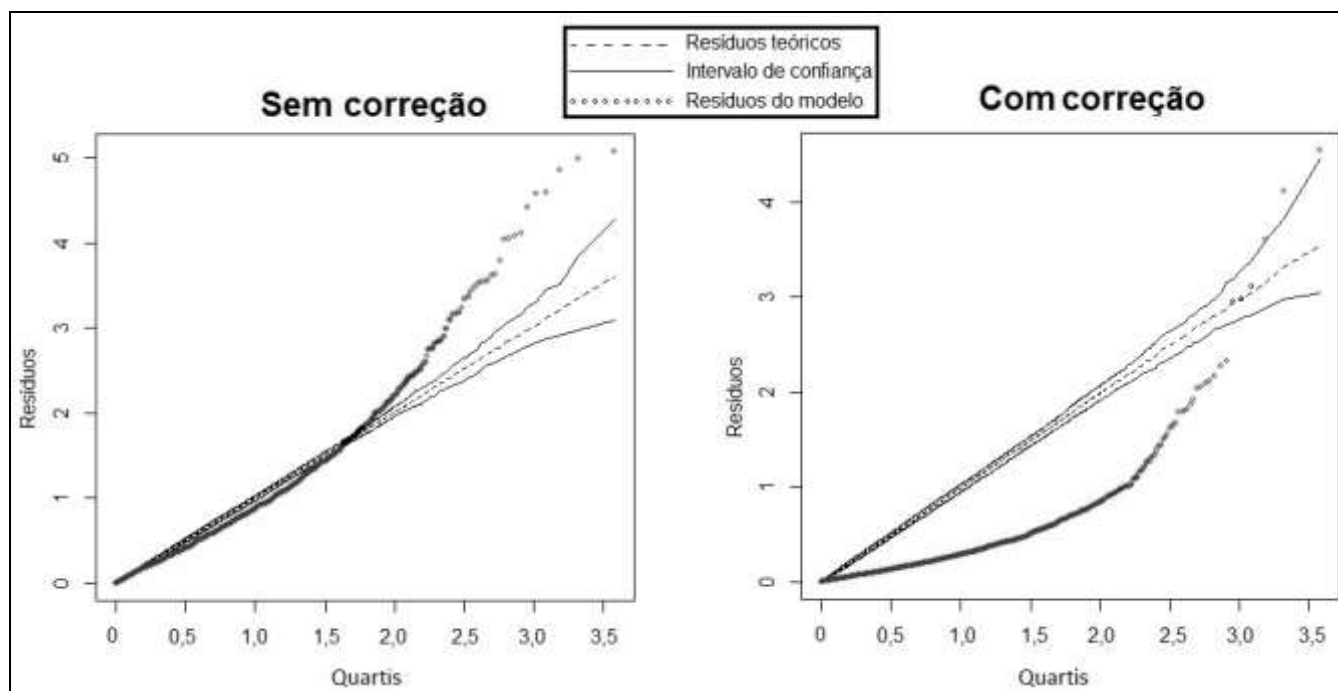


FIGURA B.11 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ LAG 3 E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM A DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL NEGATIVA.

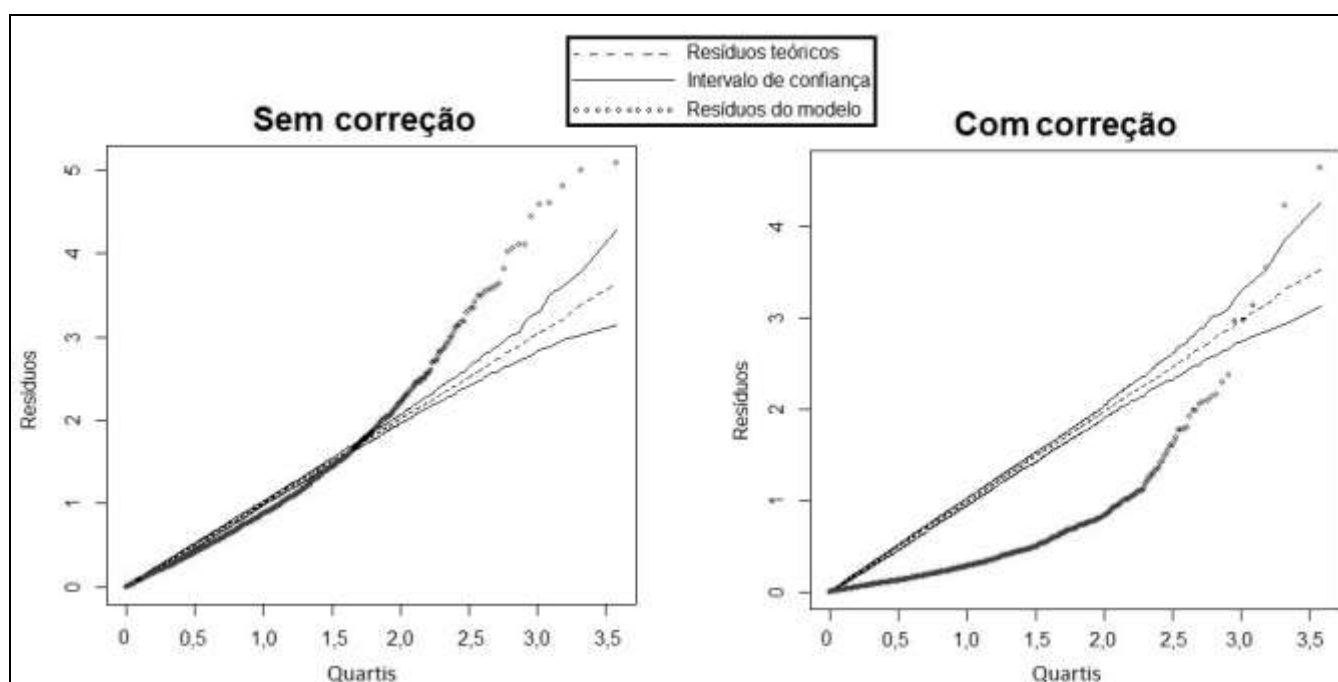


FIGURA B.12 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ LAG 4 E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM A DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL NEGATIVA.

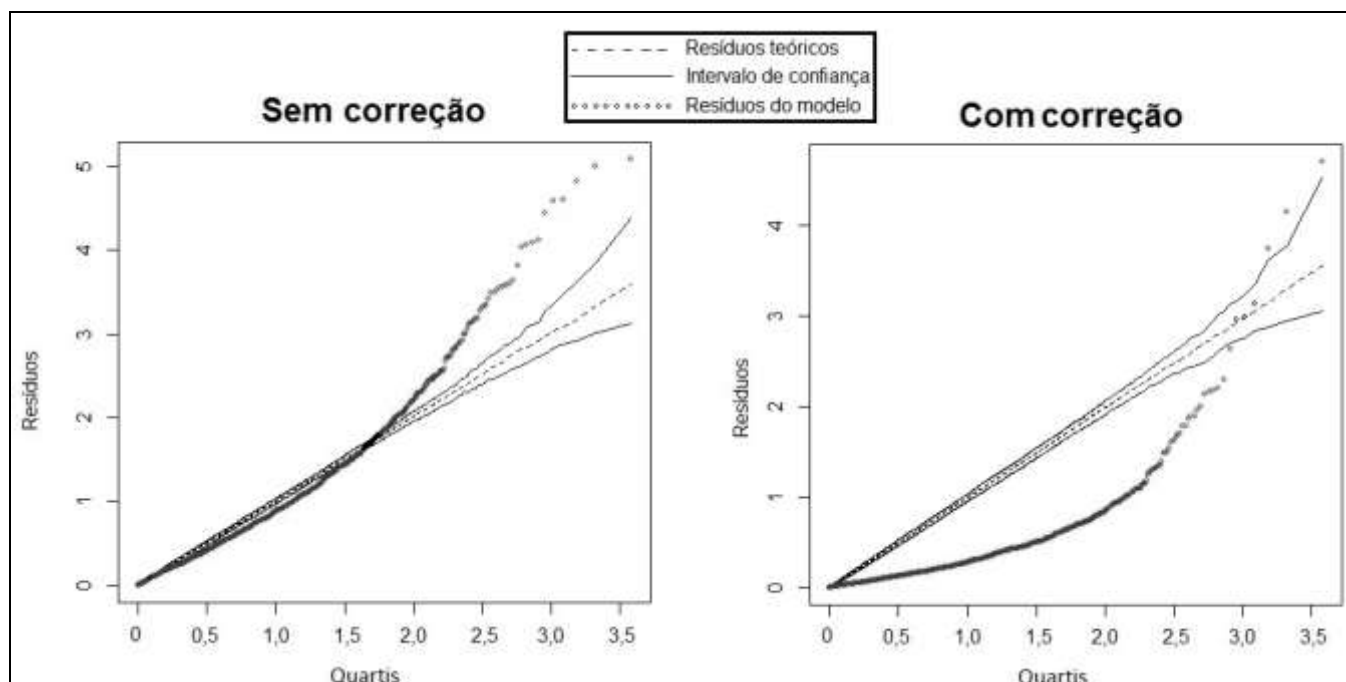


FIGURA B.13 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ LAG 5 E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM A DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL NEGATIVA.

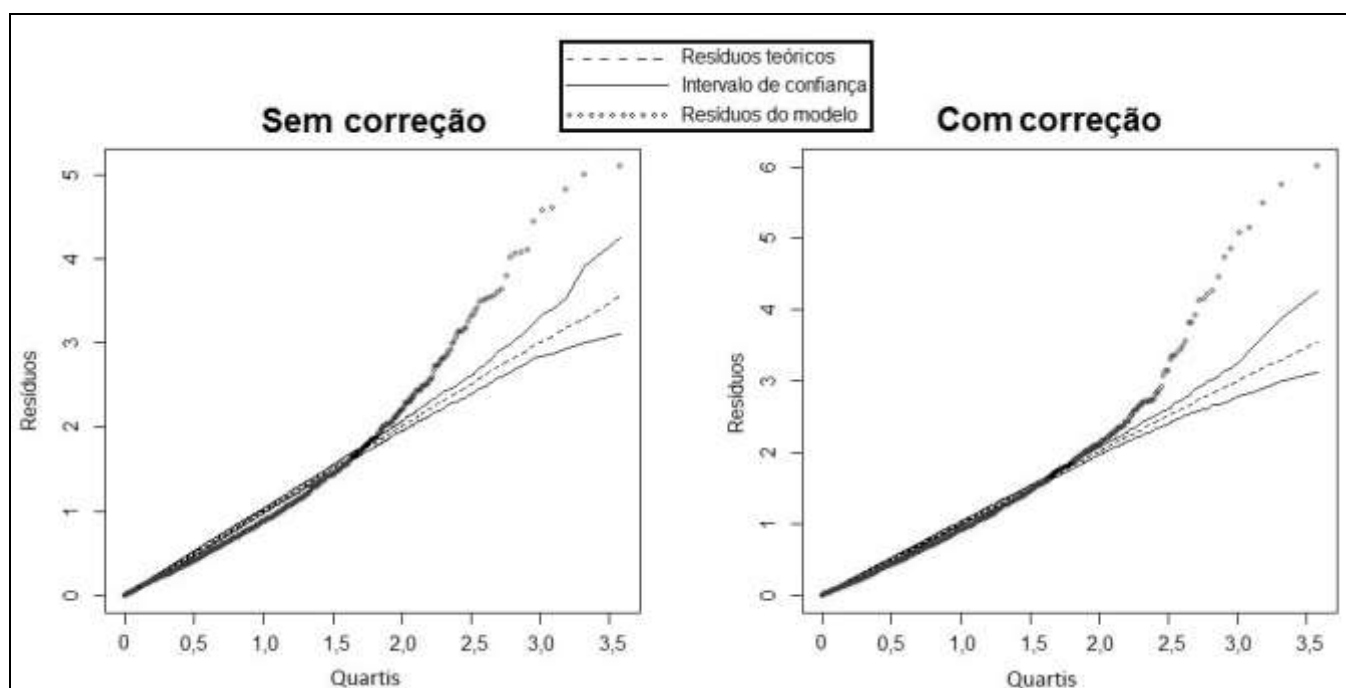


FIGURA B.14 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ LAG 6 E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM A DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL NEGATIVA.

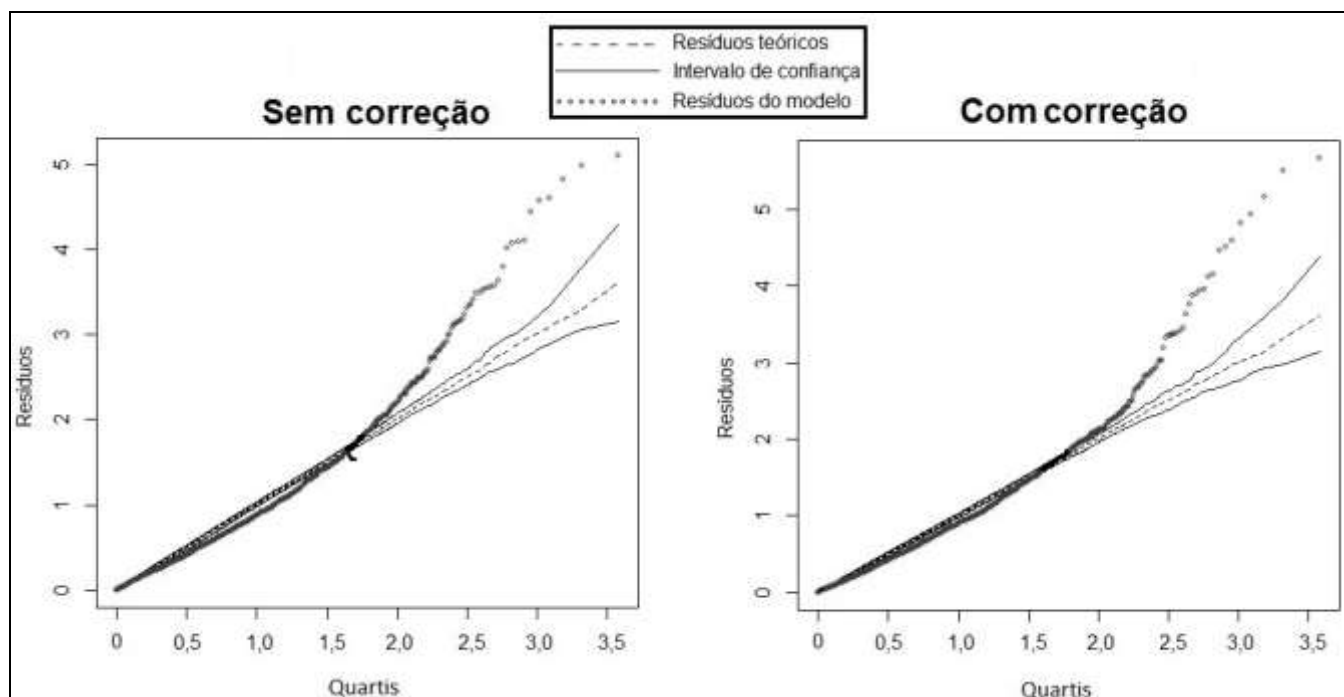


FIGURA B.15 - GRÁFICO DE PROBABILIDADE SEMI-NORMAL REFERENTE AOS MODELOS AJUSTADOS AOS DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ LAG 7 E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS CIRCULATÓRIAS DE 2010 A 2014 EM CURITIBA COM A DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL NEGATIVA.

APÊNDICE C - GRÁFICOS DA FAC PARCIAL

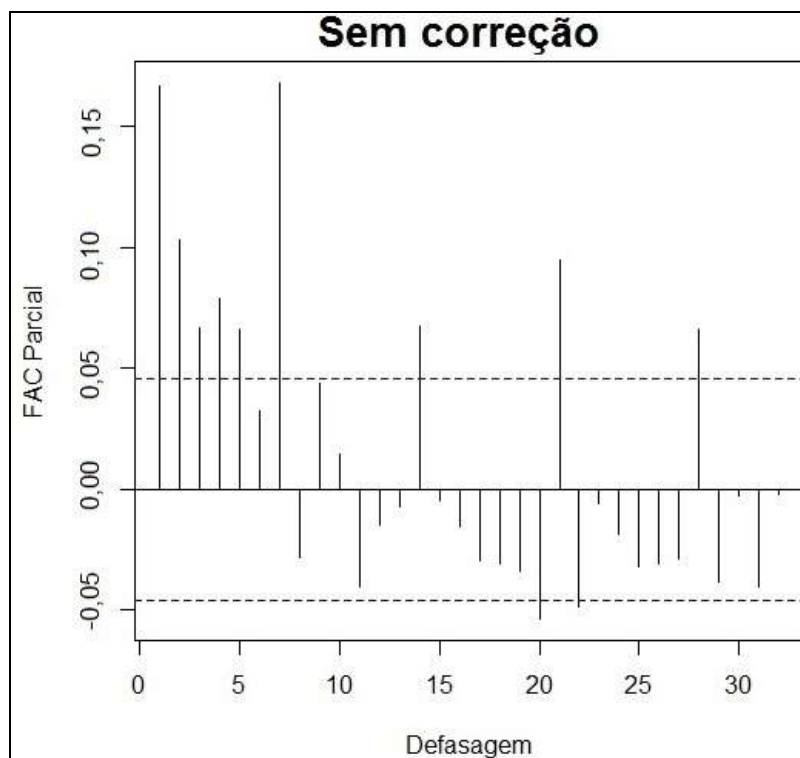


FIGURA C.1 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASEGEM PARA DADOS GERADOS DE MP_{2,5} LAG 1 SEM CORREÇÃO DOS RESÍDUOS.

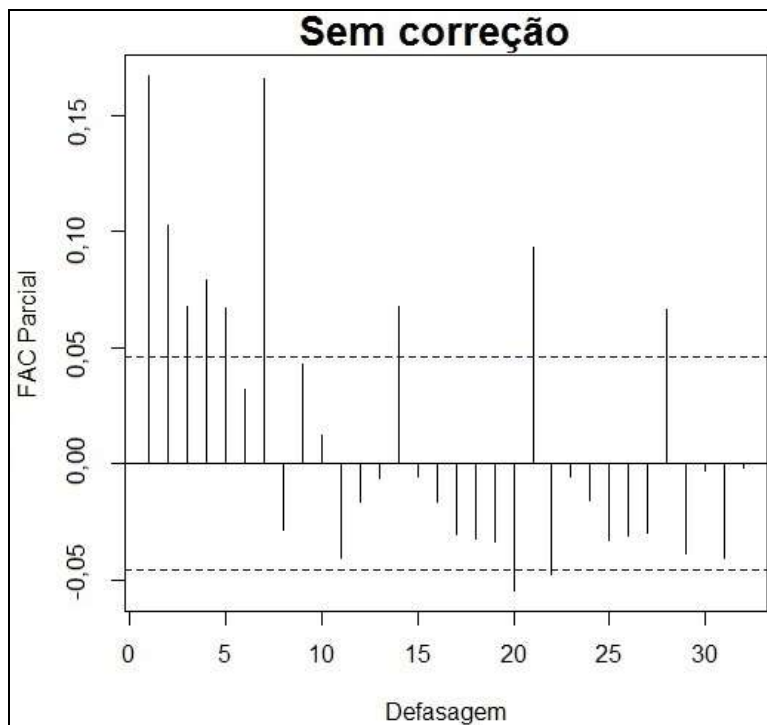


FIGURA C.2 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASEGEM PARA DADOS GERADOS DE MP_{2,5} LAG 2 SEM CORREÇÃO DOS RESÍDUOS.

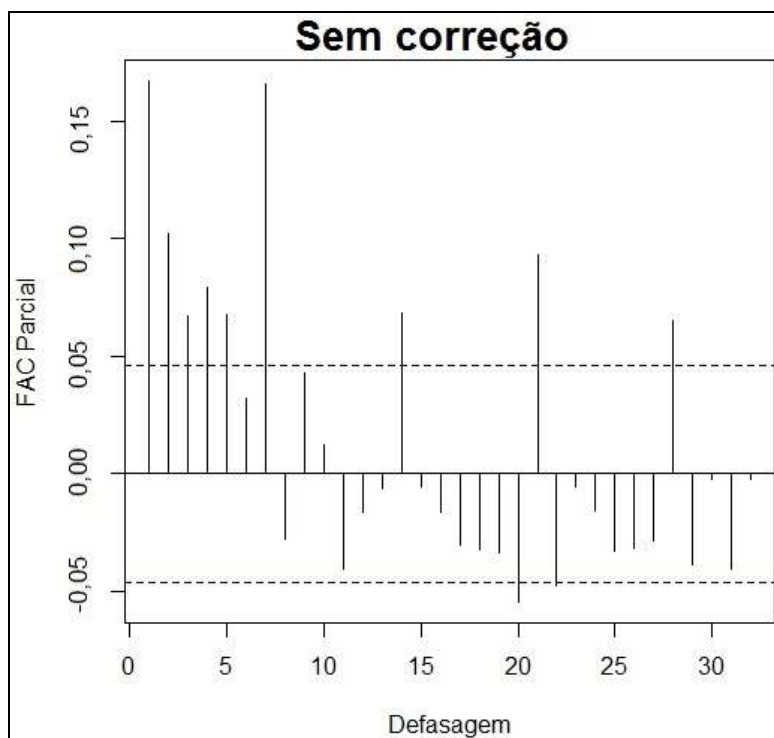


FIGURA C.3 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASAGEM PARA DADOS GERADOS DE MP_{2,5} LAG 3 SEM CORREÇÃO DOS RESÍDUOS.

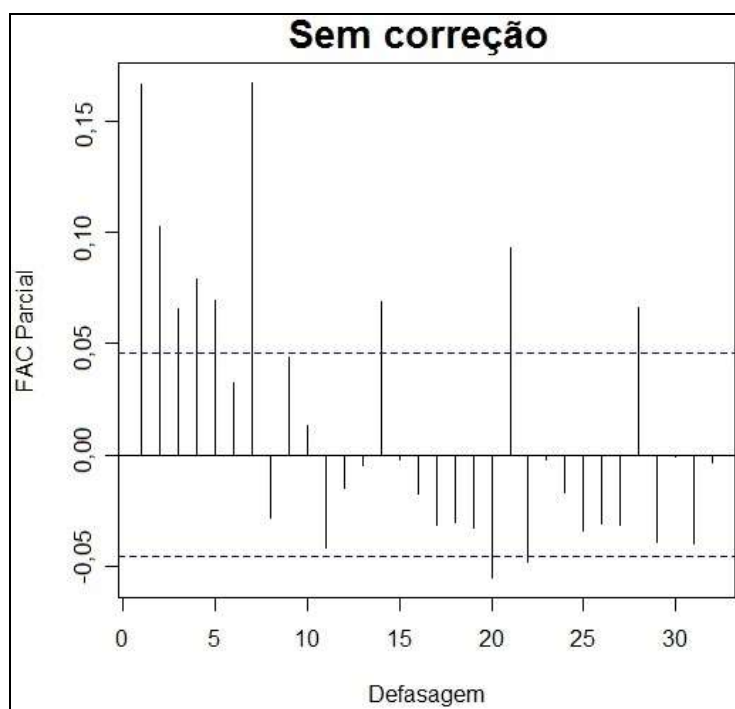


FIGURA C.4 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASAGEM PARA DADOS GERADOS DE MP_{2,5} LAG 4 SEM CORREÇÃO DOS RESÍDUOS.

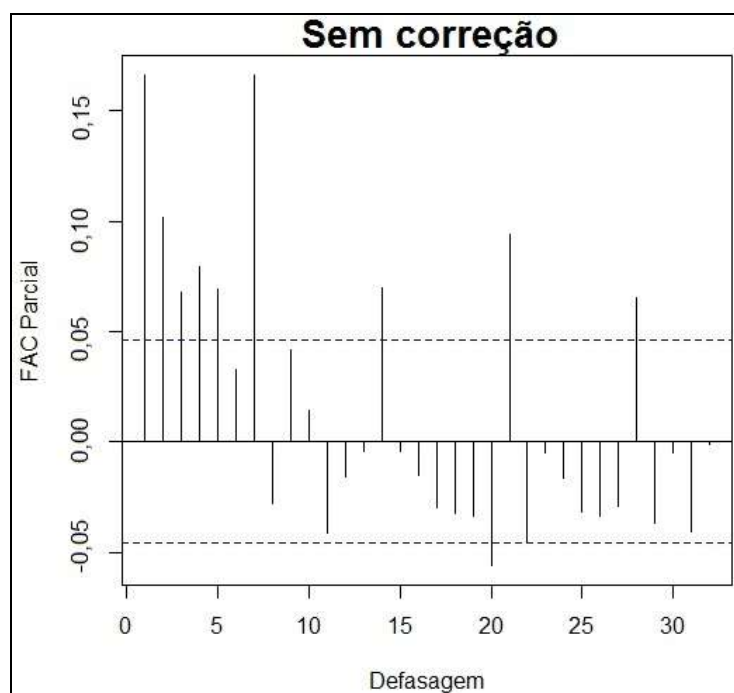


FIGURA C.5 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASAGEM PARA DADOS GERADOS DE MP_{2,5} LAG 5 SEM CORREÇÃO DOS RESÍDUOS.

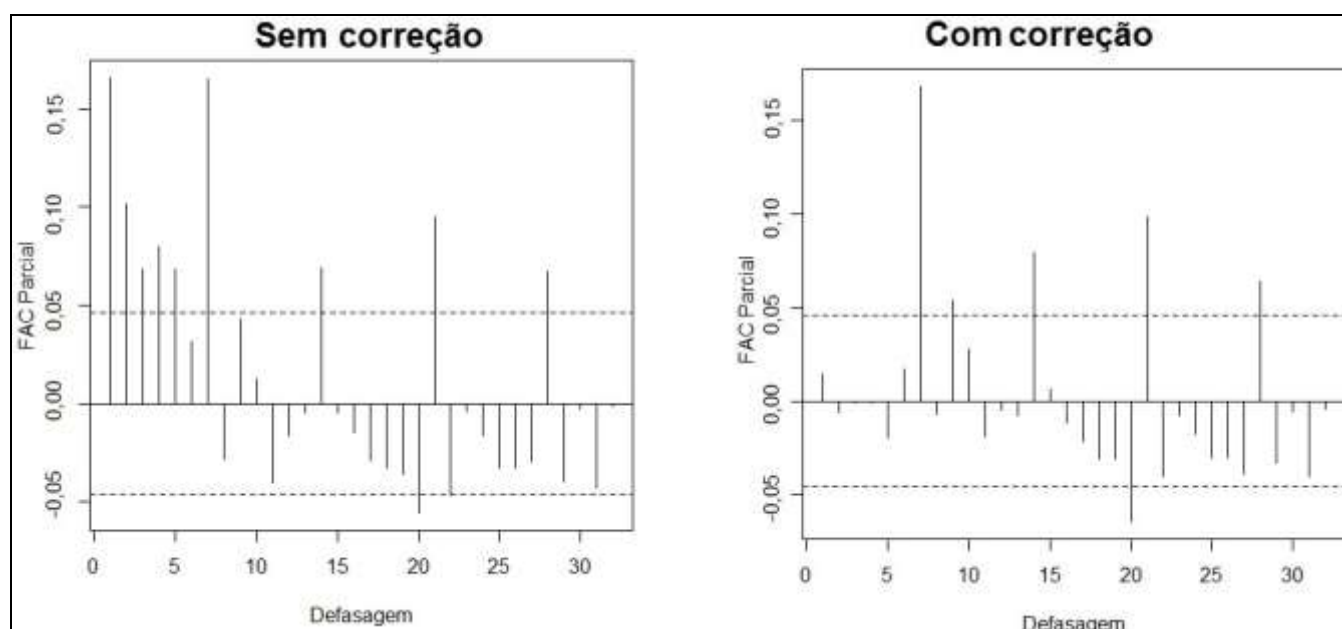


FIGURA C.6 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASAGEM PARA DADOS GERADOS DE MP_{2,5} LAG 6 SEM E COM CORREÇÃO DOS RESÍDUOS.

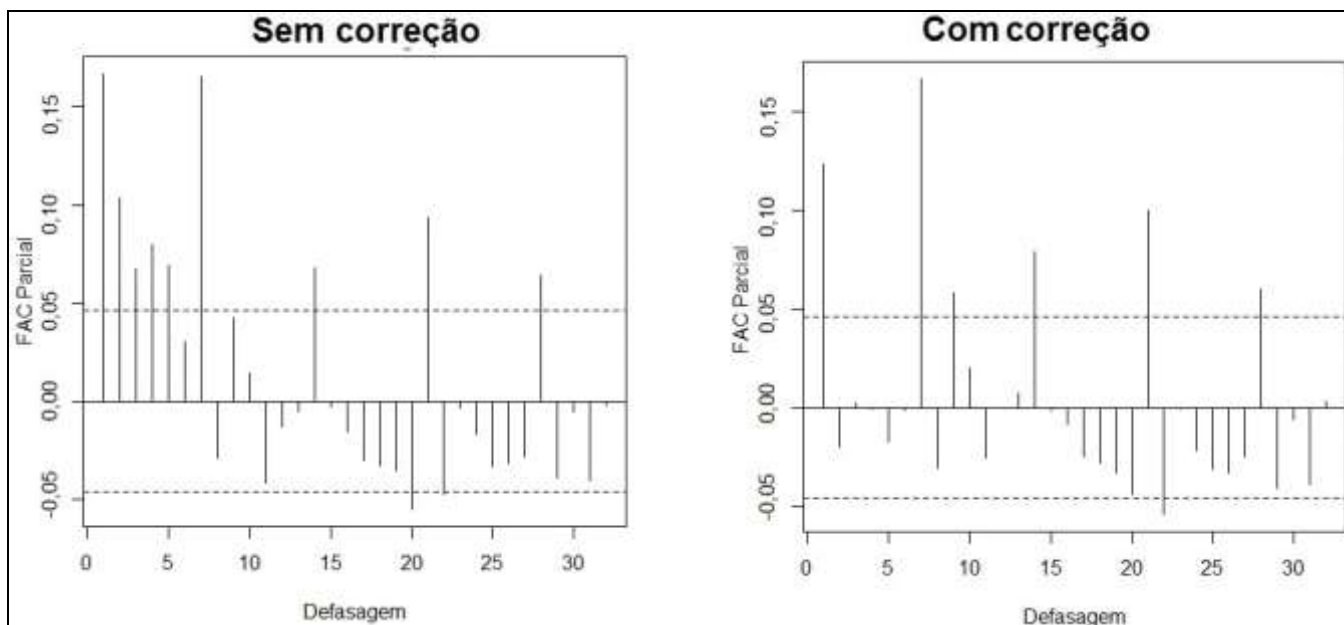


FIGURA C.7 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASAGEM PARA DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ LAG 7 SEM E COM CORREÇÃO DOS RESÍDUOS.

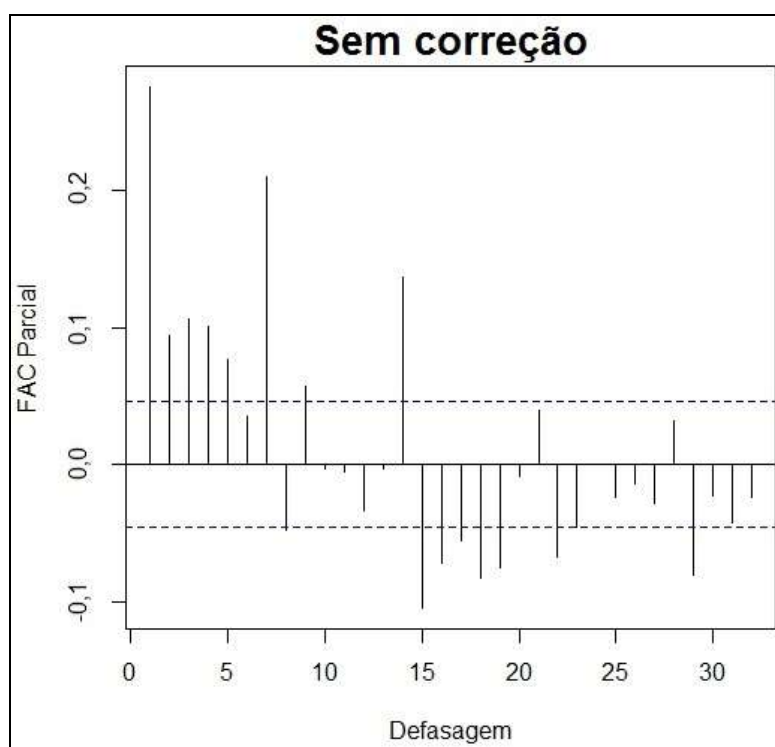


FIGURA C.8 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS CIRCULATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASAGEM PARA DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ LAG 1 SEM CORREÇÃO DOS RESÍDUOS.

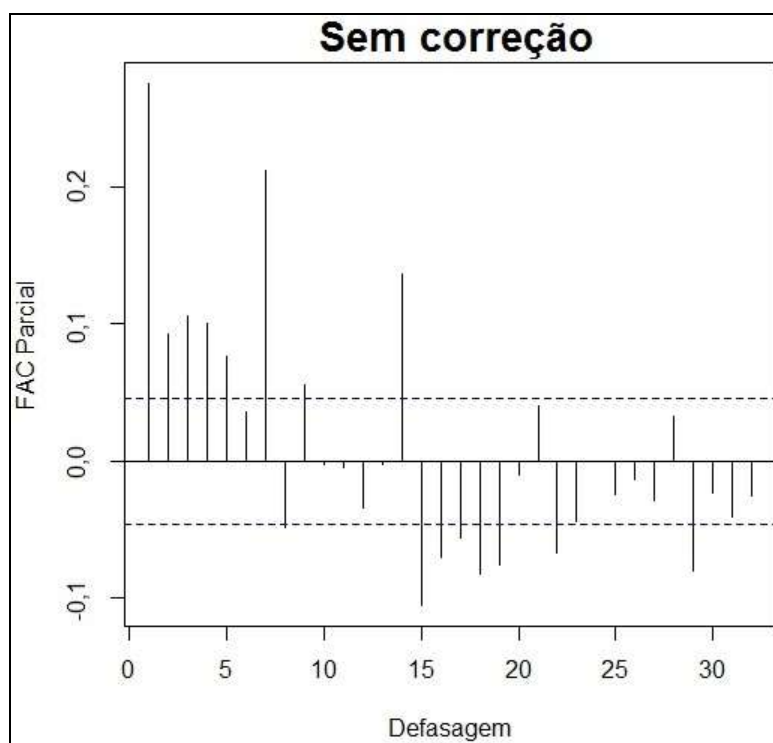


FIGURA C.9 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS CIRCULATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASEGEM PARA DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ LAG 2 SEM CORREÇÃO DOS RESÍDUOS.

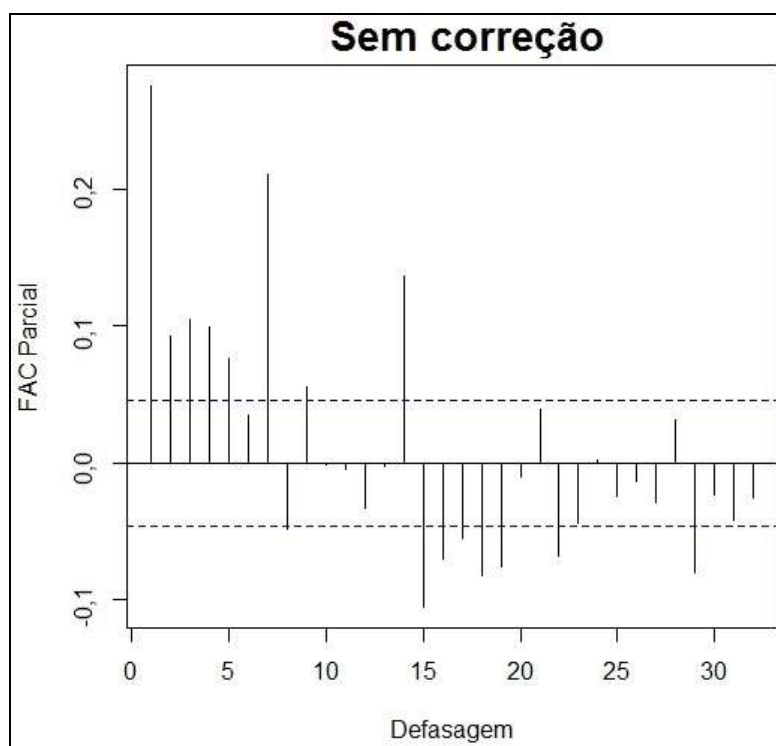


FIGURA C.10 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS CIRCULATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASEGEM PARA DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ LAG 3 SEM CORREÇÃO DOS RESÍDUOS.

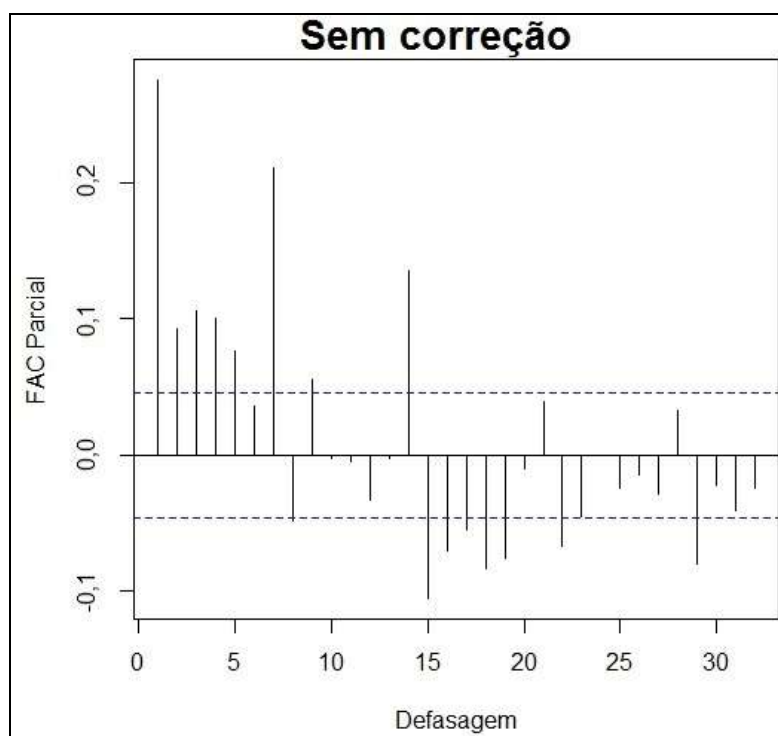


FIGURA C.11 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS CIRCULATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASAGEM PARA DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ LAG 4 SEM CORREÇÃO DOS RESÍDUOS.

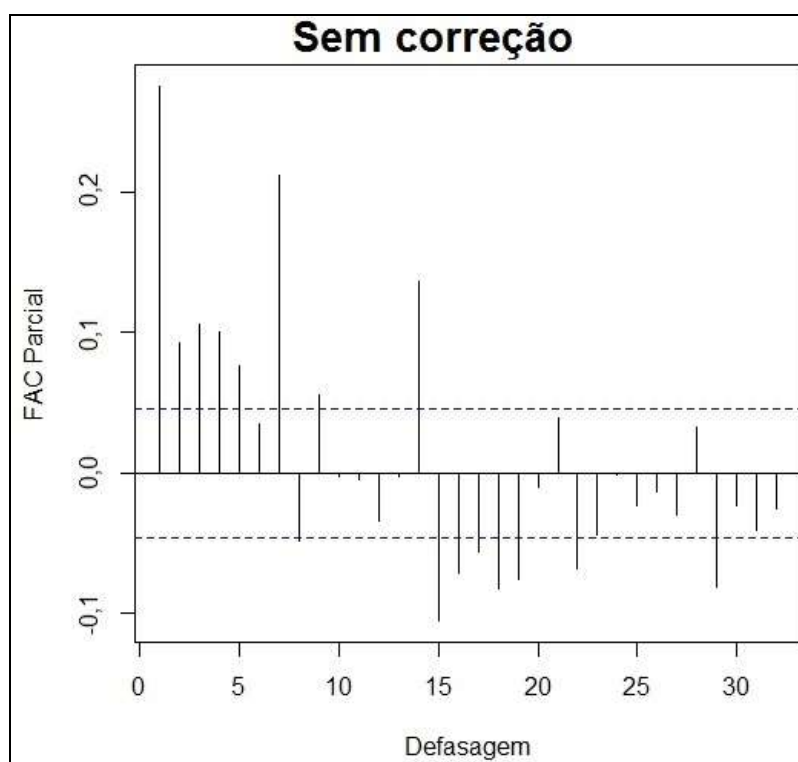


FIGURA C.12 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS CIRCULATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASAGEM PARA DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ LAG 5 SEM CORREÇÃO DOS RESÍDUOS.

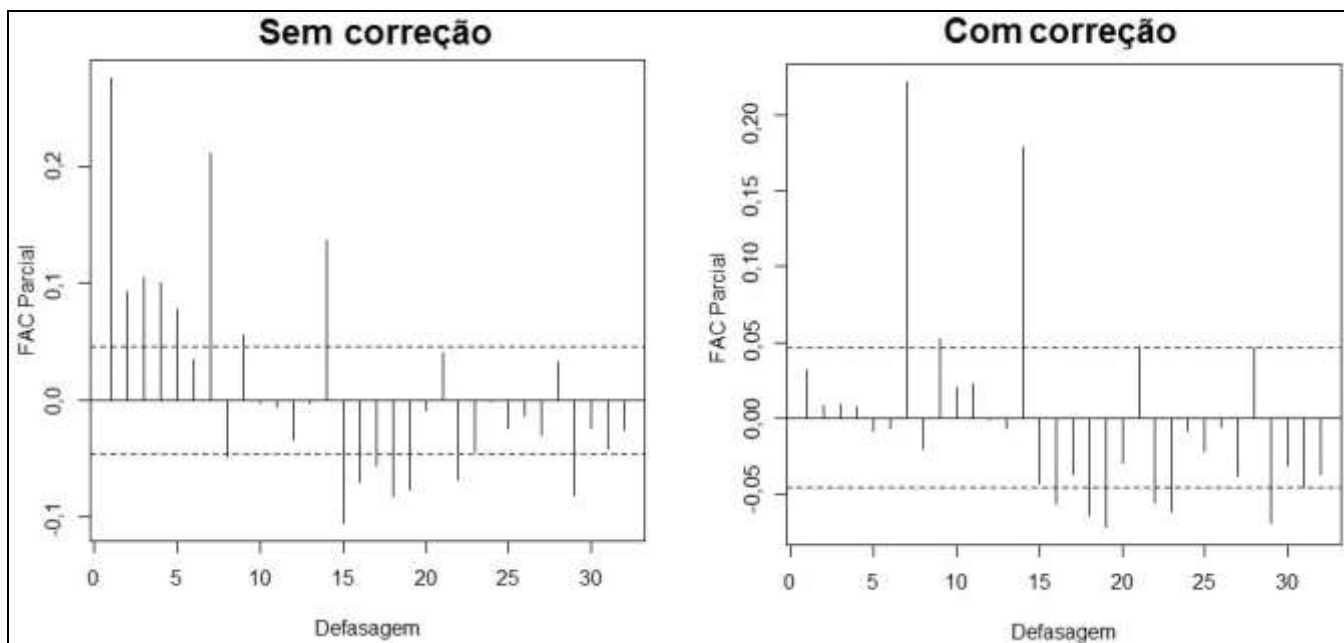


FIGURA C.13 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS CIRCULATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASAGEM PARA DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ LAG 6 SEM CORREÇÃO DOS RESÍDUOS.

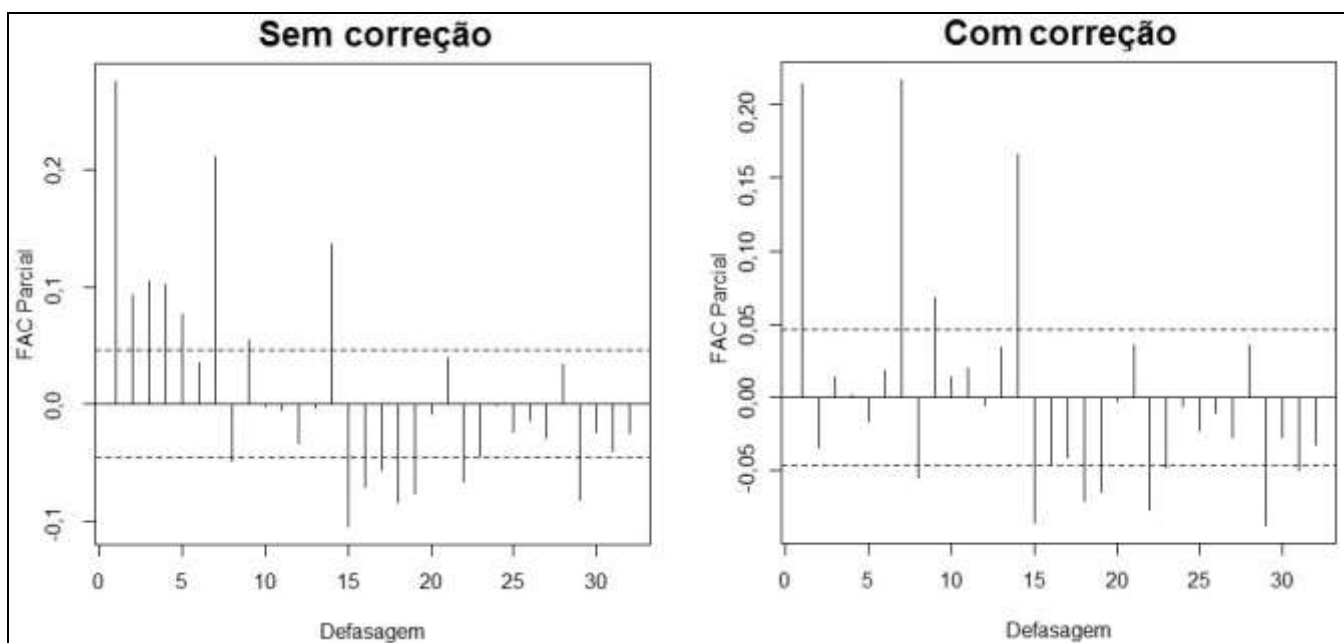


FIGURA C.14 - GRÁFICO DA FAC PARCIAL PARA INTERNAÇÕES DE DOENÇAS CIRCULATÓRIAS EM FUNÇÃO DOS DIAS DE DEFASAGEM PARA DADOS GERADOS DE $MP_{2,5}$ LAG 7 SEM CORREÇÃO DOS RESÍDUOS.